

Aus dem Anatomischen Institut der Johannes Gutenberg-Universität
Mainz

Direktor: Prof. Dr. Dr. A. Dabelow

Die funktionelle Anatomie des Enddarmes

INAUGURAL-DISSERTATION

*zur Erlangung der Doktorwürde der Hohen Medizinischen Fakultät
der*

Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Vorgelegt von Sudep Wongphaet aus Bangkok

Mainz 1963

Dekan: Professor Dr. Thomsen

Referent: Professor Dr. Dabelow



*Aus dem Anatomischen Institut der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz
(Direktor: Prof. Dr. Dr. A. Dabelow)*

Die funktionelle Anatomie des Enddarmes

Von

S. Wongphaet

Mit 31 Abbildungen

(Eingegangen am 15. Dezember 1964)

Inhaltsübersicht

I. Einleitung und Problemstellung	281
II. Material und Untersuchungstechnik	282
III. Einteilung des Enddarmes und seine Form	283
IV. Taenien und Längsmuskulatur	288
V. Ringmuskelschicht und Querfalten	294
VI. Längsfalten der Schleimhaut und Columnae rectales mit innerer Längsmuskulatur	299
VII. Musculus sphincter ani internus und externus	304
VIII. Die funktionellen Strukturen des Bindegewebes	307
IX. Zusammenfassende funktionelle Betrachtung	313
X. Zusammenfassung	322
XI. Schrifttum	322

I. Einleitung und Problemstellung

In der neuen Pariser Nomina anatomica sind für das Rectum eine Reihe von Termini technici angegeben, die hier nicht einzeln aufgeführt werden sollen. Wer aber versucht, aus unseren Lehr- und Handbüchern der makroskopischen und mikroskopischen Anatomie genaue Kenntnis über den Aufbau und die Funktion der verschiedenen Strukturen des Rectums zu erlangen, wird bald erkennen müssen, daß dies unmöglich ist. Selbst die in ihrer funktionellen Betonung klassischen Lehrbücher von Braus-Elze (1956) und Benninghoff—Goerttler (1962) widersprechen sich zum Teil und lassen erkennen, daß bisher noch kaum versucht worden ist, die funktionellen Strukturen des Enddarmes zusammenfassend zu betrachten. Dies ist sehr erstaunlich, hat doch gerade das Gebiet des Enddarmes mit seiner Vielzahl von Erkrankungsmöglichkeiten für den Kliniker größte Bedeutung.

Tatsächlich gilt auch heute noch, was Lubosch und Schaller schon 1928 am Ende ihrer Untersuchung über das Rectum geschrieben haben.

„Die Morphologie des Rectums erweist sich nach unseren Untersuchungen als ein noch recht dunkles Gebiet, das vielleicht erst durch weitere Untersuchungen aufgeheilt werden kann, die sich auf die nicht minder dunklen Gebiete der Morphologie des Dickdarms erstrecken.“ ... „In der Morphologie des Rectums sind noch viele Rätsel verborgen. Auf jeden Fall ist das Rectum des Menschen mit der Differenzierung eines erweiterungs- und verengerungsfähigen Hohlorganes mit seinen ungemein variablen, trotzdem der gleichen Leistung angepaßten Individualform mit seinen zum Teil noch gar nicht ganz übersehbaren Anpassungen und Zweckmäßigkeiten der Muskulatur einer der erstaunlichsten Abschnitte des ganzen Darmtractus. Möglich, daß ihm auch bei Störungen der normalen Funktion größere Bedeutung zukommt, als man bislang annimmt.“

Mit der hier vorliegenden Arbeit, deren Thema und Programm ich Prof. Dabelow verdanke, soll nun versucht werden, die Kenntnisse über das Rectum zu erweitern und gleichzeitig Form und Funktion dieses Organs zu ergründen. Dabei war es notwendig, die Funktionsarchitektur der einzelnen funktionellen Systeme, die in dem gesamten funktionellen System des Enddarmgebietes vereint sind, zu analysieren und bestimmten Funktionen zuzuordnen. Benninghoffs Mahnung (1930), das Einzelne stets in seiner Abhängigkeit vom Ganzen darzustellen, wurde dabei nicht vergessen. Daß auch im Bereich des Enddarmes das Grenzgebiet der „vernachlässigten Dimension“ zwischen makroskopisch und mikroskopisch Bekanntem, sich als die Dimension ergab, welche die fruchtbarsten Erkenntnisse lieferte, war vorauszusehen. Bisher ist keine Arbeit über das Rectum bekannt geworden, welche die Forderung Benninghoffs (1930), das „makroskopisch-mikroskopische Gesichtsfeld“ zu erforschen, erfüllen würde. Es bestätigte sich bei unseren Untersuchungen, daß es oft nur der Ergänzung durch ein Zwischenglied bedarf, um anatomische Bruchstücke zu einem System zusammenzuschließen. Es wurde aber auch an die Warnung gedacht, die Benninghoff (1935/36) uns hinterlassen hat, nämlich bei der Aufstellung eines funktionellen Systems nicht in uferlose Spekulationen zu verfallen.

II. Material und Untersuchungstechnik

Für die Aufklärung der funktionellen Strukturen wurde Präpariersaalmaterial des Mainzer Anatomischen Institutes herangezogen. Außerdem stellte das Pathologische Institut Sektionsmaterial von Neugeborenen, Kindern und Erwachsenen zur Verfügung. Das von Sektionen gelieferte Material wurde in Formol 1:10 fixiert. Einzelne Enddarmstücke, mit dem gesamten Analgebiet, wurden allerdings vor der Fixierung mit Gips gefüllt, um eine saubere Präparation der Wandschichten von außen durchführen zu können. Es wurden aber auch Darmstücke an ihrer linken Seite aufgeschnitten und für eine Präparation von der Schleimhautseite her, flach auf Korkplatten aufgespannt. Dieses aufgespannte Material wurde vorwiegend für die Anfertigung „dicker histologischer Schnitte“ von 100 bis 300 μ m Dicke herangezogen. Die dicken Schnitte

wurden nach der von Dabelow (1951) angegebenen Technik auf dem Gefriermikrotom hergestellt. Sie wurden mit Azan, Resoreinfuchsin und Alauncarmin gefärbt, in Kanadabalsam eingedeckt und mit der binokularen Lupe betrachtet. Ungefärbte Präparate, die in Kanadabalsam oder auch frisch in Wasser eingedeckt wurden, kamen ebenfalls zur Untersuchung. Die Betrachtung der Schnitte im polarisierten Licht ermöglichte eine genaue Analyse des Verlaufes von Muskel- und Bindegewebsbündeln. Diese Technik, die von A. Dabelow (1951) und R. Dabelow (1951) bei der Untersuchung funktioneller Strukturen der Zunge, von Rohen (1950, 1952) für die des Auges von Müller (1961) für die des Magens und der Regio ileocaecalis (Müller-Smith-Agreda, 1962) Verwendung fand, erwies sich auch bei den Untersuchungen des Enddarmes als erfolgreichste Methode zur Erforschung der Strukturen des submakroskopischen Raumes. Bei der Analyse der Faserverläufe und für die Anfertigung der Photogramme wurde das von Müller (1961) entwickelte Gerät verwendet. Wenn auch durch die dicken Schnitte eine weitgehende Aufklärung der funktionellen Strukturen erzielt werden konnte, so wurden bei der Herstellung von Präparaten unter der binokularen Präparierlupe auch im Bereich des makroskopisch Sichtbaren wertvolle Erkenntnisse gewonnen. Stets wurde versucht, zunächst von der makroskopischen Form aus die funktionelle Struktur eines funktionellen Systems zu erforschen. Formbetrachtung, Präparation und „Technik der dicken Schnitte“ waren die Methoden zur Lösung der in dieser Arbeit gestellten Aufgabe.

III. Einteilung des Enddarmes und seine Form

In der P. N. A. werden am Rectum die beiden Biegungen in der Sagittalebene als Flexura sacralis und Flexura perinealis benannt. Außerdem finden sich Bezeichnungen für die im Canalis analis vorhandenen Einzelheiten und der Ausdruck Ampulla recti. Es dürfte aber kaum möglich sein, mit diesen wenigen Ausdrücken den praktischen Bedürfnissen gerecht zu werden. DiDio hat 1957 eine Einteilung der Enddarmstrecke vorgeschlagen, die vorwiegend funktionell begründet ist. Nach dem Colon sigmoideum folgt das Colon pelvicum, dann das eigentliche Rectum. An der Grenze zwischen Colon pelvicum und Rectum liegt der Pylorus sigmoideo rectalis, er entspricht dem fächerförmigen Übergang der Taenien in die geschlossene Längsmuskelschicht des Rectums. Nach eigenen Befunden kann man den Teil des Enddarmes, wo Taenia libera und omentalis zu einem Band vereint sind, als Übergangszone abgrenzen. Meist finden sich eine oder mehrere Stellen, wo das vereinigte Taenienband wieder für eine kurze Strecke in zwei Bänder aufgeteilt ist. Das Mesenterium dieser Übergangszone geht nach oben in das Mesosigmoideum über, sein unterer Abschnitt hängt mit dem Mesorectum zusammen, wenn ein Teil des Rectums, welches durch seine geschlossene Längsmuskelschicht charakterisiert ist, ein dorsales Mesenterium hat. Wir möchten im folgenden einige von uns gefundene Typen abbilden, die ein geschlossenes oder unterbrochenes vorderes Taenienband (Taenia libera und omentalis) zeigten (s. Abb. 1 bis 5). Die Länge des Enddarmstückes mit zwei Taenien ist sehr unterschiedlich, sie scheint von der

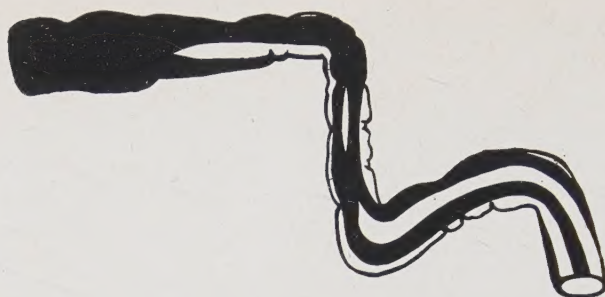


Abb. 1



Abb. 2

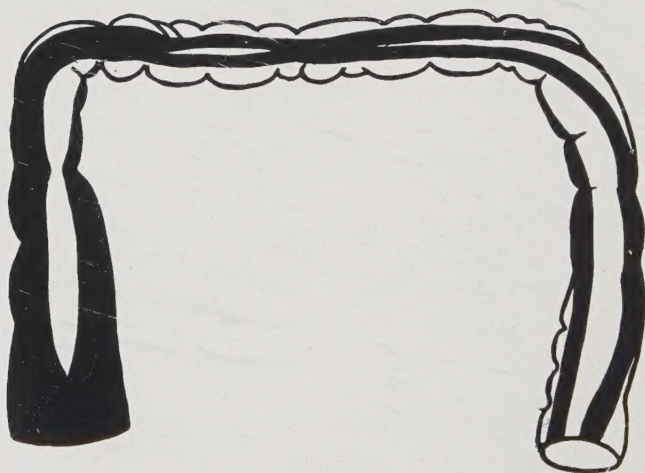


Abb. 3

Länge des Sigmoids abzuhängen. Je länger das mit drei voneinander getrennten Taenien versehene Sigmoid ist, um so länger scheint auch das Übergangsstück mit seinen zwei Taenien zu sein. Man wird sich natürlich fragen müssen, ob die Übergangszone zum Sigmoid oder Rectum gerechnet werden soll. Als Rectum sollte man grundsätzlich aus funktionell-anatomi-

schen Gründen nur das Enddarmstück bezeichnen, welches eine geschlossene Längsmuskelschicht hat. Die Übergangszone ist demnach, selbst wenn sie bis unter den dritten Sacralwirbel reichen sollte, äußerlich vom Rectum unterschieden. Der untere Abschnitt der Übergangszone entspricht dem Colon pelvicum, welches DiDio ebenfalls in verschiedener Höhe in das Rectum übergehen läßt. Die obere Grenze des Rectums wird in den meisten Lehrbüchern der systematischen und topographischen Anatomie auf den oberen Rand des dritten Sacralwirbels bezogen. Nach Tandler (1923) reicht das Rectum vom zweiten Sacralwirbel bis zum Anus. Nach Siegl-



Abb. 4



Abb. 5

Abb. 1—5. Verschiedene Typen der Übergangszone. Die Taenien und Längsmuskelschicht des Rectums sind schwarz dargestellt. Taenia libera und Taenia omentalis vereinigen sich zu einem verschiedenen langen Band, das sich am Übergang in die Rectumlängsschicht verbreitert. Die vereinigten Taenien können vor diesem Übergang für eine kurze Strecke auseinanderweichen. An dieser Stelle wird die Ringschicht nur von einer dünnen Lage von Längsmuskelbündeln bedeckt

bauer (1947) liegt die engste Stelle des Dickdarmes in Höhe des dritten Sacralwirbels, der anschließende Darmteil ist das Rectum. Im Bereich des Anus wird das Rectum durch den recto-analen Pylorus abgeschlossen. Die Funktion dieses Pylorus wird nach DiDio (1957) von folgenden Anteilen vollzogen (s. die folgende Abb. 6):

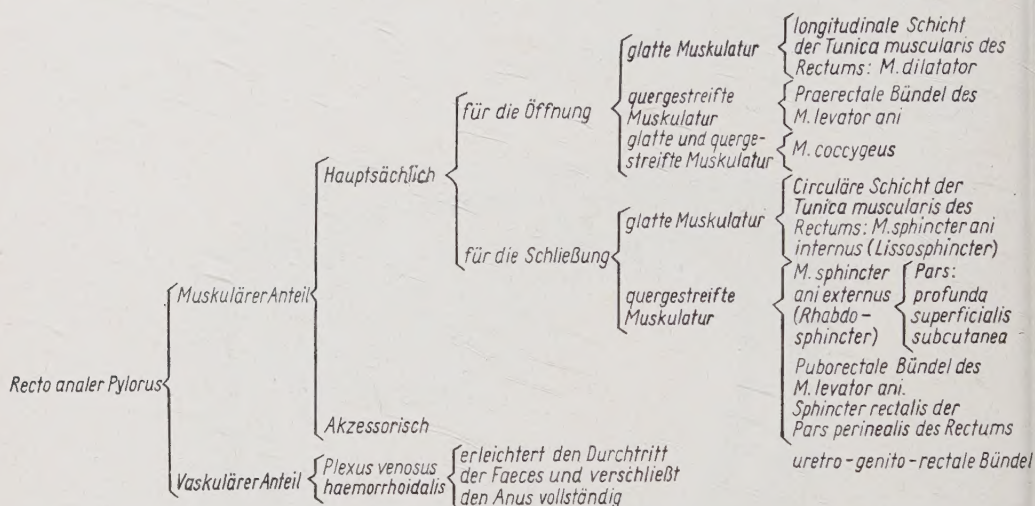


Abb. 6. Übersicht über die verschiedenen Anteile des rectoanal Pylorus (nach Di Dio 1957), die an der Öffnung und Schließung des Canalis analis beteiligt sind

In der Analregion lassen sich cranio-caudale Zonen abgrenzen, nach Ortmann (1958) sind es vier.

1. Schleimhautzone
2. Zona intermedia mit unverhorntem, geschichtetem Plattenepithel (zum Teil als Zona columnalis ausgebildet)
3. Zona cutanea
4. Zirkumanales Hautfeld

In der Schleimhautzone finden sich die tubulösen Colondrüsen. Die Proctodealdrüsen (beim Menschen gehören dazu die Morgagnischen Kanälchen) liegen kaudal vom Lissosphincter und die Zona cutanea besitzt Haarbälge, Talgdrüsen, a-Drüsen (apokrine Duftdrüsen) und e-Drüsen (ekkrine, kleine Schweißdrüsen). Dagegen findet sich bei Hafferl (1953), Bargmann (1959) und Petersen (1931) eine etwas andere Einteilung der Pars analis recti. Diese Autoren unterscheiden drei Zonen.

1. *Zona columnalis* mit 5 bis 10 Längswülsten (Columnae rectales), welche durch mondsichelförmige Falten (Valvulae semilunares) verbunden sind. Zwischen den Columnae befinden sich die Sinus rectales.

2. *Zona intermedia*

Sie liegt über dem Musculus sphincter ani internus und bildet den Anulus haemorrhoidalis.

3. *Zona cutanea*

Sie liegt über dem Musculus sphincter ani externus.

Nach Stöhr-Möllendorff-Goerttler (1955) ist die Zwischenzone das Gebiet der Columnae rectales, dagegen ist nach Stöhr jr. (1951) die *Zona intermedia* ebenfalls das Gebiet über dem Musculus sphincter ani internus. Die beiden Begriffe *Canalis analis* und *Pars analis recti* werden für den unteren Abschnitt des Rectums verwendet. Sie sind aber von unterschiedlicher Bedeutung. Einigkeit dürfte darüber bestehen, daß der Anus für beide die untere Begrenzung ist. Wie steht es aber mit der oberen Grenze? Die *Pars analis* liegt nach Rauber-Kopsch (1951) und Hafferl (1953) unterhalb der *Plicae transversae*, die in der Mitte des Rectums liegen. Da die Zahl der *Plicae transversae* nicht immer drei, sondern auch mehr oder weniger als drei betragen kann, ist es unmöglich, eine genaue Grenze zwischen *Pars ampullaris* und *Pars analis* zu ziehen. Das Gebiet der *Plicae transversae* ist über einen so großen Abschnitt des Rectums verteilt, daß es besser wäre, die Grenze zwischen *Pars ampullaris* und *analis* nur auf die Kohlrauschsche Falte zu beziehen. Der *Canalis analis* ist nach Benninghoff-Goerttler (1962) der Abschnitt des Rectums, der im Damm liegt, er entspricht dann etwa der *Flexura perinealis*. Die *Pars sacralis* oder *Flexura sacralis*, die bis zur *Flexura perinealis* reicht, würde dann den oberen Teil der *Pars analis* und *Pars ampullaris* umfassen. Die *Pars ampullaris* ist dann der Darmteil, der von Peritoneum überzogen ist, während der unterhalb der Kohlrauschschen Falte liegende Abschnitt sich extra-peritoneal befindet.

Lubosch und Schaller (1928) haben über diese Probleme der Einteilung des Rectums eingehend berichtet. Über die Länge des Rectums finden sich sehr unterschiedliche Angaben. Nach Benninghoff (1962) beträgt sie z. B. 10 bis 20 cm, nach Hafferl (1953) 12 bis 15 cm, Rauber-Kopsch (1951) 15 bis 20 cm, Sieglbauer (1947) 12,5 cm. Diese Unterschiede dürften nicht nur auf die natürlichen individuellen Schwankungen zurückzuführen sein, sondern auf die Schwierigkeit, die obere Grenze genau festzulegen. *Flexura sacralis* und *Flexura perinealis* bedingen die S-Form des Rectums in sagittaler Richtung. Durch die Ausbildung der *Plicae transversae* wird das Rectum in mehrere Abschnitte gegliedert, deren Wand dehnungsfähiger ist als die *Plicae* selbst. Diese Abschnitte, von Sieglbauer (1947) als *Sacculi rectales* bezeichnet, führen bei Füllung zu einer dem Colon ähnlichen Haustrierung. Da sich das Rectum nur nach lateral und vorn ausdehnen kann und die *Plicae* vorwiegend an der lateralen Wand des Rectums liegen,

kommt es bei Füllung zu einer lateralen Verbiegung auch in der Frontalebene. Diese ist nicht, wie schon Laimer (1883) beschreibt, S-förmig, sondern entspricht von vorn gesehen drei C. Zwei dieser C stehen übereinander, das dritte steht umgekehrt und greift in die Lücken, der anderen C ein. Damit entsteht die $\{ \cup$ -Form, die bei stark ausgebildeter Kohlrauschscher Falte besonders deutlich hervortritt. Da der Canalis analis den engsten Abschnitt des Rectums darstellt und die Übergangsstelle vom Sigmoid zum Rectum ebenfalls enger ist als die Pars sacralis, wird auch bei nicht gefülltem Rectum die Spindelform vorhanden sein. In dem verdickten Teil der Spindel sind dann die Plicae transversae zu suchen. Wir konnten diese Spindelform nicht nur beim Erwachsenen, sondern auch beim Neugeborenen stets nachweisen. Man muß aber auch bedenken, daß diese Spindel in situ stets nach dorsal und ventral und bei Füllung auch nach lateral verbogen ist. Nach Kohlrausch (1854) liegt infolge der sacralen und perinealen Krümmung die Kotsäule nicht direkt auf den Sphincteren (externus und internus) auf, die Verbiegungen sollen somit den analen Verschlußapparat entlasten. Da sich aber der Kot normalerweise nicht in der Ampulla recti ansammelt, sondern im Sigmoid (Catel 1936), dürfte der Druck der Kotsäule nur kurze Zeit vor der Defäkation wirksam werden und daher ein Verschlußmechanismus durch die Krümmungen allein kaum vorhanden sein. Außerdem erzeugt der Eintritt von Kotmassen in das Rectum den reflektorischen StuhlDrang, so daß die Dehnung der Flexura sacralis den Defäkationsvorgang sogar fördert und steuert. Aus dieser kurzen Betrachtung über die Einteilung und Form des Enddarmgebietes ergibt sich, daß eine zusammenfassende Darstellung, welche das Rectum nach seiner funktionellen Struktur aufgliedert und seine Form auf bestimmte funktionelle Systeme zurückführt, fehlt.

IV. Taenien und Längsmuskulatur

Auf die Tatsache, daß sich im unteren Abschnitt des Sigmoids die Taenia libera und omentalis zu einem Band vereinigen, war schon bei der Betrachtung über die Form und Einteilung des Enddarmes hingewiesen worden. Dieser als Übergangszone bezeichnete Abschnitt gleicht in seinem Aufbau dem Sigmoid. Auch hier finden sich Haustren und Plicae semilunares, deren Zahl natürlich von der Länge dieses Darmteiles abhängt. Da die obere Grenze des Rectums stets unterhalb des Promontoriums liegt, biegt diese Übergangszone in der Regel aus dem großen Becken in das kleine hinein und ist durch ein entsprechendes Mesenterium beweglich an der dorsalen Beckenwand befestigt. Die Taenien des Sigmoids, aus denen die Längsschicht des Rectums hervorgeht, sollen nach Braus-Elze (1956) breiter sein als die des übrigen Colons. Wahrscheinlich bezieht sich diese Angabe auf die vereinigte

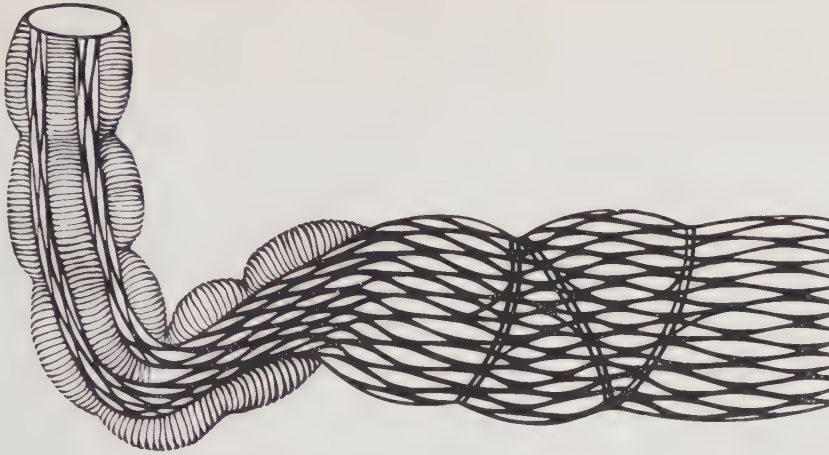


Abb. 7. Schematische Darstellung der Scherengitterkonstruktion der Längsmuskelschicht des Rectums und der Taenien. An den Seitenrändern der Taenien sind bogenförmige Übergänge zur Ringschicht vorhanden, die an der Grenze zum Rectum hin nach oben konkav sind. Muskulöse Verbindungen zwischen Längs- und Ringschicht des Rectums liegen immer in dem stumpfen Winkel der sich überkreuzenden Muskelfasern

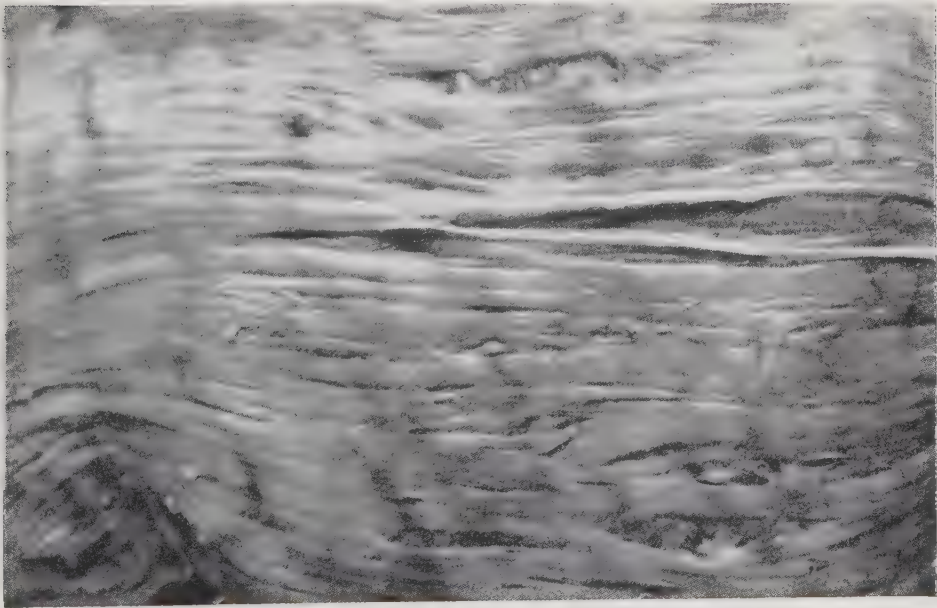


Abb. 8. Vorderwand eines Rectums vom Erwachsenen, nach Abpräparation der Serosa, Subserosa und des Paraproktiums. Scherengitter der Längsschicht mit Y-förmigen Aufzweigungen der einzelnen Muskelbündel. Vergr. 3fach

Taenia libera und omentalis, die natürlich breiter ist als eine einzelne Taenia. Nach v. Ebner (1902) schließen sich die Taenien an dem Sigmoid in zwei

rechts und links gelegenen Bündeln zusammen, die in die Längsmuskelschicht des Rectums übergehen. Daß sich Taenia libera und omentalis zu einem breiten Band vereinigen, wird von Laimer (1883) beschrieben und abgebildet. Sind die vereinigten Taenien an der Übergangsstelle vom Sigmoid zum Rectum besonders stark, so soll es zu einer isthmusartigen Engung dieses Darmabschnittes kommen. Vor allem das vordere Taenienband soll oft in der Rectumlängsschicht als Verdickung zu erkennen sein. Auch wir konnten oft eine Verstärkung der vorderen Längsbündel erkennen, doch sind gerade hier starke individuelle Unterschiede vorhanden, die auch von dem Kontraktionszustand der Muskulatur abhängen. Die Muskelbündel der Taenien (Abb. 7) lassen sich in ein lang ausgezogenes Scherengitter einordnen. Einzelne Bündel verlaufen in der Längsachse des Darmes, um sich schließlich Y-förmig aufzuteilen. Diese Bündel verbinden sich mit benachbarten Bündeln, die oberflächlich oder in der Tiefe liegen, und bilden so die überkreuzenden Scherengitteranteile. Die Lücken dieses Gitters sind dann die Durchtrittsstellen für Nerven und Gefäße. Die zwischen den Taenien liegende dünne Schicht von längsverlaufenden Muskelbündeln entspricht ebenfalls einem längsgestellten Scherengitter, das die Ringschicht der Haustren des distalen Sigmoidabschnittes und der Zwischenzone überzieht. Die geschlossene Längsschicht des Rectums bildet ein geschlossenes Scherengitter und damit den muskulösen Außenmantel des Rectums (Abb. 7 und 8). Die Ringschicht mit ihrem quergestellten Scherengitter bildet dann den Innenmantel dieses doppelwandigen muskulösen Rohrsystems. Beide Schichten sind nicht voneinander getrennt und frei verschieblich. Nach sorgfältiger Abpräparation der Längsschicht lassen sich zahlreiche Übergänge zwischen Ring- und Längsschicht darstellen (Abb. 9). Diese Muskelbündel beider Schichten gehen ohne Unterbrechung ineinander über, und ihre bindegewebigen Hüllen bilden ebenfalls eine Einheit. Solche Muskelbrücken finden sich besonders im Bereich der Plicae transversae, sind aber auch an anderen Stellen, besonders vorn im Bereich der Fortsetzung der vereinigten Taenien oberhalb und unterhalb der Plicae transversae, zu finden. Wenn sich Längs- und Ringschicht in schrägem Winkel kreuzen, liegen die bogenförmigen Verbindungen im stumpfen Winkel. Sie werden bei Kontraktion diesen Winkel ausgleichen oder aber als Wege der muskulären Erregungsleitung zwischen den Schichten tätig sein können. Die Stellen der Plicae transversae sind äußerlich nur als Furchen zu erkennen, oft sind diese sehr flach und nur angedeutet. Die Längsbündel überspringen nämlich die seitliche Einschnürung der Ringschicht, und so entsteht ein bindegewebiger Raum zwischen beiden Schichten. Die einzelnen Bündel ziehen brückenförmig über die verdickte Stelle der Ringschicht hinweg (Abb. 10). Nach Abpräparation dieser Brückenfasern lassen sich

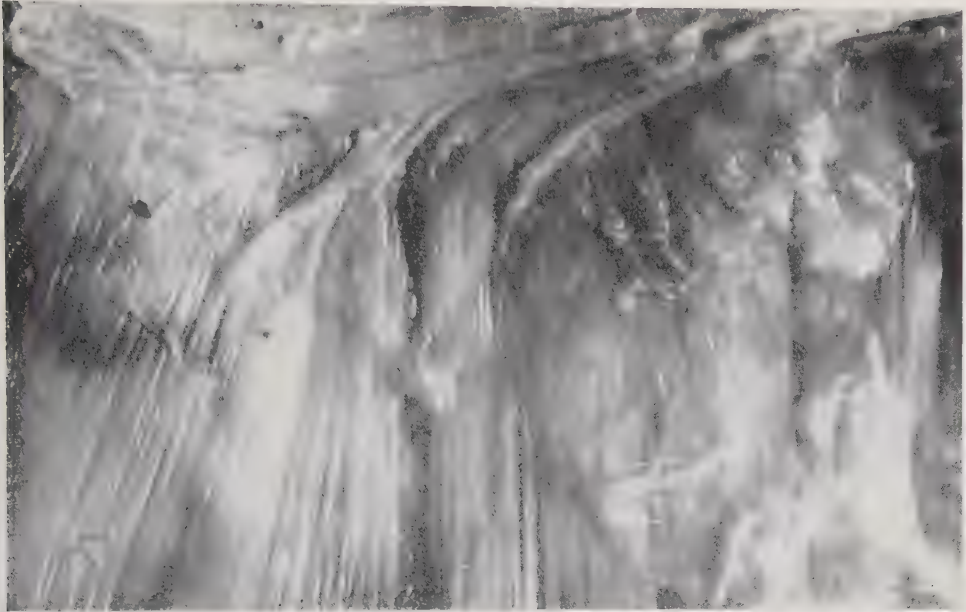


Abb. 9. Direkte Übergänge der Muskelbündel der Längsschicht in die Bündel der Ringschicht oberhalb der Kohlrauschschen Falte. Vergr. 5fach

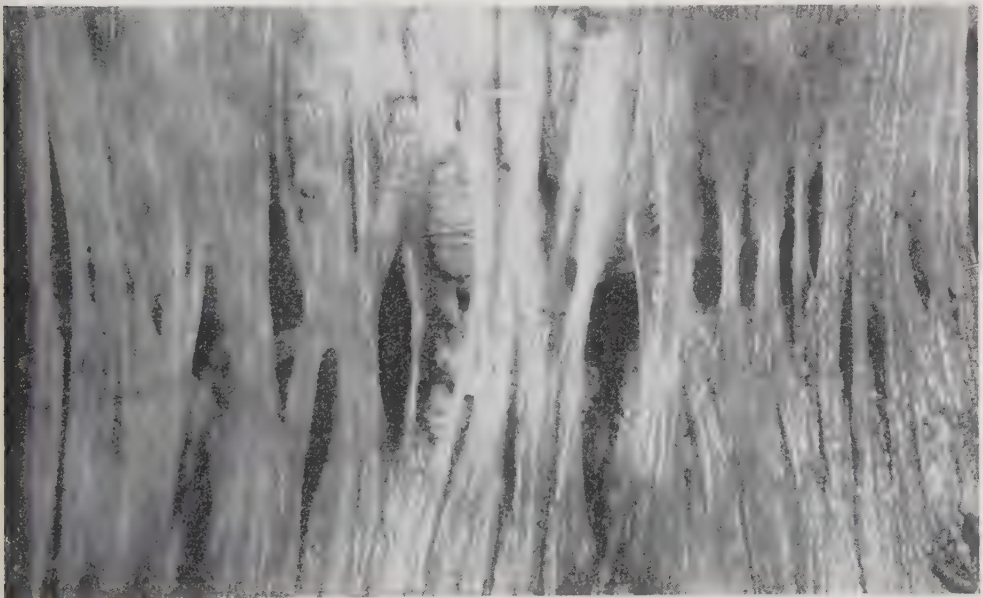


Abb. 10. Die Stelle der Kohlrauschschen Falte von außen gesehen. Die Fasern der Rectumlängsschicht überbrücken einen Sulcus. Dabei verzweigen sich die Bündel unter spitzem Winkel und bilden ein Scherengitter mit längsovalen Lücken. In diesen Lücken werden in der Tiefe die Bündel der Ringschicht sichtbar. Man erkennt direkte Übergänge zwischen Längs- und Ringschicht. Vergr. 5fach

zahlreiche direkte muskulöse Verbindungen nachweisen. Laimer (1884) hat auf dieses Verhalten der Muskulatur an dieser Stelle hingewiesen und schon in einer anderen Arbeit (1883) gezeigt, daß die Bündel der Längsschicht die Einschnürung wie straff gespannte Fäden überspringen. Sie stehen durch spitzwinklige Verbindungen untereinander in Verbindung, und somit wird ein Maschenwerk gebildet, durch das Blutgefäße und Nerven hindurchziehen. Auch Lubosch und Schaller (1928) konnten einen Übergang von Längsmuskelbündeln in Ringmuskelbündel im Bereich der Einschnürungen nachweisen. Die Längsmuskelschicht des oberen Rectumabschnittes ist nach diesen Autoren ein Balkennetz, das auch in der Wand anderer Hohlorgane vorkommt. Kurze Muskelzüge, sie sollen nur am Rectum vorkommen, befestigen sich nach Lubosch und Schaller (1928) an den Stellen der Einschnürungen mit ihren freien Enden am verdickten Bindegewebe. Der Übergang der Taenien in die geschlossene Längsschichtlage des Rectums erfolgt so, daß die Taenien sich verbreitern und die Muskelbündel der zwischen den Taenien liegenden dünnen Längsmuskulatur sich verdicken. Die in der Mitte der Taenien verlaufenden Muskelbündel verlieren sich ebenfalls in dem Muskelgitter der Rectumlängsschicht, so daß die Taenien sich vollständig auflockern. Die Bündel der Längsschicht sind außerdem viel gröber und bilden ein weitmaschigeres muskulöses Scherengitter, so daß die Rectumlängsmuskulatur nicht der Taenienmuskulatur entspricht. Die Längsfasern sind nach v. Ebner (1902) die stärksten Fasern der Muskelschichten. Nach Benninghoff—Goerttler (1962) ist im ersten Abschnitt des Rectums die Längsschicht auf der ventralen und dorsalen Seite am stärksten. (Dies ist möglich, wenn die Taenien sich in diesem Abschnitt noch nicht vollständig auf die Längsschicht verteilt haben!) Nach Sieglbauer (1947) sollen sich sechs Zentimeter über dem Anus in der grob gebündelten Längsschicht Lücken für den Durchtritt von Venen befinden. Besonderes Interesse hat bei verschiedenen Untersuchern der letzte Abschnitt der Längsschicht gefunden. Die Längsschicht muß nach unten in irgendeiner Art fixiert sein, sonst würde sie sich bei jeder Kontraktion nach oben ziehen. Schon Treitz hat 1853 gefunden, daß am Mastdarm die Längsschicht in elastische Sehnen übergeht. Die Längsfasern setzen an elastischen Scheidewänden an, die zwischen den Bündeln des Levator ani und Sphincter ani externus liegen. Diese Scheidewände sollen konzentrisch ineinandergesteckt sein und sechs bis zehn Lagen bilden. Mit der Haut des Anus sind sie verbunden und fixieren diese. Zahlreiche Bündel der Längsschicht sollen sich auch an der Stelle, wo das Rectum die Beckenfascie durchbohrt, schnig mit dieser verbinden. Nach Roux (1881) dringt die Längsmuskelschicht des Rectums in die Lücke zwischen Sphincter ani internus und externus vor. Die einzelnen Fasern spalten sich pinselförmig

auf und durchsetzen Sphincter ani internus und externus. [Auch Kohlrausch (1854) hatte erkannt, daß die Längsmuskelschicht sich nach unten pinselförmig ausbreitet und sich dann zwischen den Endfasern des Musculus levator ani und Sphincter ani externus verliert.] Der größte Teil der Längsfaserschicht soll den Sphincter ani externus durchdringen und bis zur Haut gelangen, dabei werden konzentrische Schichten um den Anus ausgebildet. Die innerste Schicht verläuft zwischen den Sphincteren. Die weiter außen liegenden sollen in zahlreiche Streifen zerfallen, die sich durch die Maschen des Sphincters hindurchschieben. Nach Roux (1881) enthält somit die Aftermuskulatur zwei typische Fasersysteme. Ein longitudinales, der Achse des Darmkanales gleichgerichtetes, und ein transversales. Beide Systeme sind ein Gemisch von glatten und quergestreiften Elementen. Beide Systeme durchflechten sich, bevor sie durch Anschluß an die äußere Haut oder an tiefer gelegenen Organen enden. Die Übergänge von der Längsschicht in den analen Bindegewebsapparat konnte mit der Technik der dicken Schnitte besonders gut sichtbar gemacht werden. Flach- und Querschnitte durch die Analregion, die mit Azan oder Resoreinfuchsin (Abb. 11) gefärbt worden waren, ließen erkennen, daß die einzelnen Muskel-

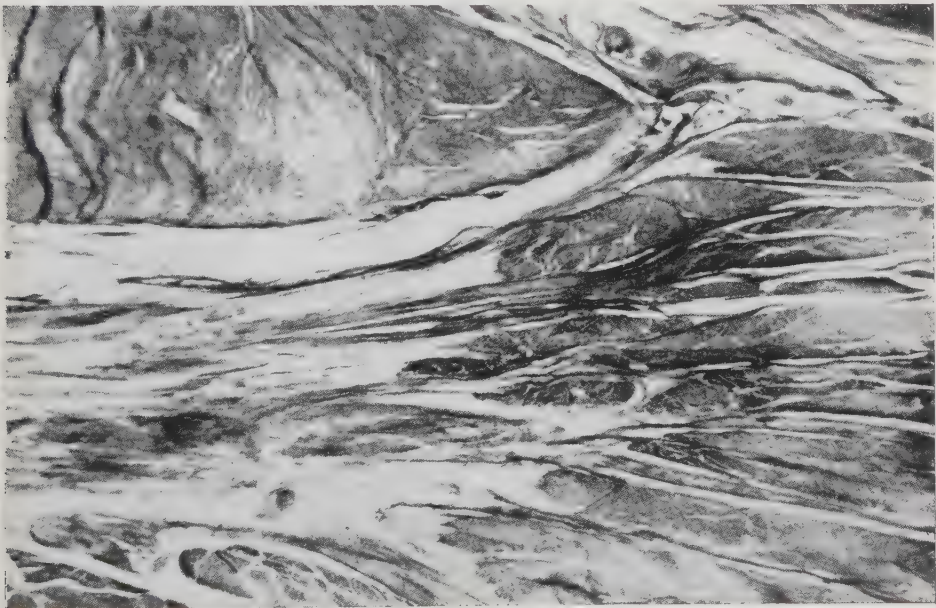


Abb. 11. Längsschnitt durch die Analregion eines Erwachsenen. Schnittdicke 250 μ m, Färbung Resoreinfuchsin. Die Muskelbündel der Rectumlängsschicht gehen mit elastischen Sehnen in elastische Netze über, die septenartig zwischen den groben Bündeln des Musculus sphincter ani externus liegen. Der Sphincter ani internus ist an seinem Unterrand allseitig durch einen Bindegewebsspalt von der Umgebung isoliert. Vergr. 20fach

fasern der Längsschicht stets in elastische Endsehnen übergehen. Diese Endsehnen schließen sich zu elastischen Netzen zusammen, die zwischen den einzelnen Bündeln des *Musculus sphincter ani externus* hindurch bis zur Anahaut reichen. An Schnitten ist auch zu erkennen, daß die einzelnen Netze, welche schichtweise um den Anus angeordnet sind, untereinander in Verbindung stehen, so daß ein dreidimensionales, elastisches Netzwerk entsteht, in dessen Maschen Fettgewebe und Muskulatur, aber auch die Anhangsgebilde der Haut, nämlich Haare und Drüsen, zu finden sind. Die Endsehnen der Längsmuskelbündel sind ebenfalls durch Fettgewebe gegeneinander abgestützt. Da das Scherengitter der Längsschicht aus mehreren Lagen von übereinanderliegenden Muskelbündeln aufgebaut ist, finden sich auch am Ende der Längsschicht mehrere Lagen dieser elastischen Endsehnen übereinandergeschichtet. Tatsächlich sind es dann diese Endsehnen, die sich pinselförmig aufzweigen. Da jedes Muskelbündel von einem Scherengitter kollagener Fasern überzogen ist, sind diese Pinsel nicht nur aus elastischem Gewebe aufgebaut. Man muß sich auf Grund polarisationsoptischer Untersuchungen vorstellen, daß die elastischen Netze mit kollagenen Fasern zu einem kollagen-elastischen Bindegewebssystem zusammengeschlossen sind. Dort, wo wir die elastischen Netze nachweisen können, liegen auch kollagene Scherengitter. Auch diese lassen sich bis in die Haut hinein verfolgen. Durch die elastischen Endsehnen entsteht eine sichere Verbindung zwischen Längsschicht und analem Verschußapparat, die auch bei maximaler Dilatation des Anus nicht aufreißen kann.

V. Ringmuskelschicht und Querfalten

Die zirkuläre Muskelschicht des Sigmoids geht ohne Unterbrechung in die Ringschicht des Rectums über. Die einzelnen Bündel dieser Schicht bilden aber nicht in sich geschlossene Ringe, sondern sie sind nach den gleichen Grundprinzipien angeordnet, wie die Längsschicht mit ihren allerdings größeren Bündeln. Auch die Bündel der Ringschicht bilden ein Scherengitter, nur ist dieses quer zur Darmachse angeordnet. Bündel, die zirkulär verlaufen, sind vorhanden, aber sie teilen sich und verbinden sich mit darüber- und darunterliegenden Bündeln. Diese verbindenden Bündel bilden die sich überkreuzenden Linien des Scherengittersystems, welches, zu einem Rohr zusammengeschlossen, das Konstruktionsprinzip der Ringschicht veranschaulicht (Abb. 12). Das gleiche Bauprinzip konnte auch am Magen (Müller 1961) nachgewiesen werden. Diese Strukturen sind für eine gleichmäßige Druckübertragung auf den Inhalt des gefüllten Organs abgestimmt. Das geschilderte Prinzip der Anordnung der zirkulären Muskelbündel wird allerdings im Rectum durch die Ausbildung der halbmondförmigen Querfalten (Abb. 14) nochmals in ein höheres funktionelles System

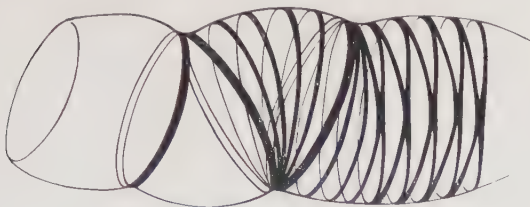


Abb. 12. Schematische Darstellung des Ringmuskelsystems des Rectums. Das Plicae-transversae-System mit schräg aufeinandergestellten Muskelringen. Dazwischen der Saccus rectalis mit fächerförmiger Muskelbündelanordnung. Die Berührungsstellen der Ringe entsprechen dem Ringwulst der Plicae transversae. Rechts das querverlaufende Scherengitter der Ringschicht

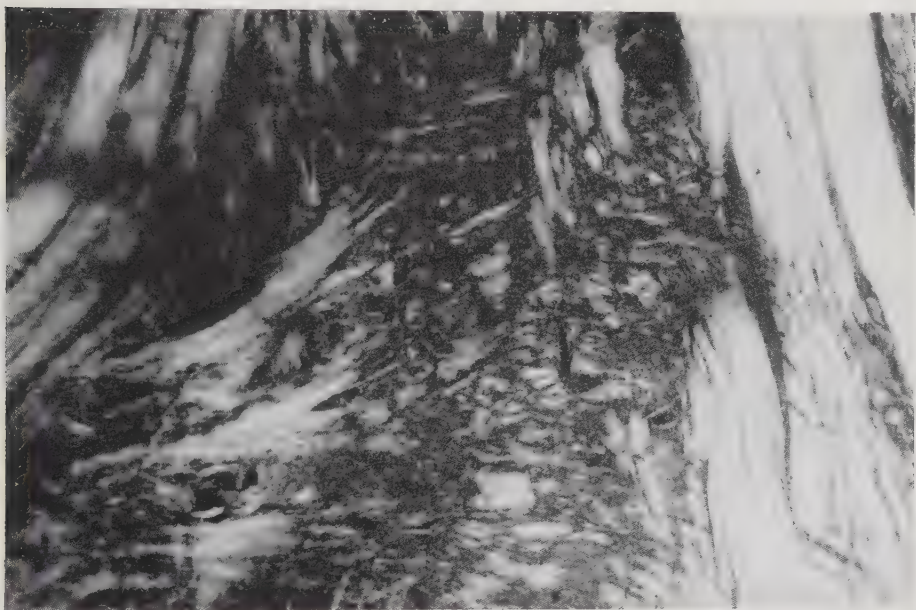


Abb. 13. Dicker Flachschnitt durch den Muskelfächer einer Kohlrauschschen Falte eines Erwachsenen. Schnittdicke 200 μ m, Färbung Alauncarmin, Betrachtung im polarisierten Licht. Die Längsmuskelbündel gehen bogenförmig in die Bündel der Ringschicht über. Vergr. 40fach

eingearbeitet. Die Bündel der Ringschicht laufen in den Plicae transversae von beiden Seiten fächerförmig zusammen (Abb. 13) und verbinden sich in der Mitte der Falte zu einem Ringwulst. Schon Laimer (1883) hat dieses Verhalten der Ringschicht beschrieben. Er schreibt, daß die zirkuläre Schicht des Mastdarmes nicht gleichmäßig aufgebaut, sondern an einzelnen Stellen verdichtet ist. Im Bereich der Kohlrauschschen Falte und der anderen Querfalten findet er eine Ringfaseranhäufung. Diese ist um so stärker, je größer die Falte ist, daher sei auch die Abgrenzung eines Sphincter tertius oder superior berechtigt. Im Bereich der Falten sollen die Ringfasern

fächerförmig zusammenlaufen, ihre Bündel sind untereinander verbunden, es entstehen so längliche Spalträume, in welchen die Längsfasern sichtbar werden können. Der Sphincter tertius ist nach Laimer nichts anderes als eine Summe von Muskelfasern, die das Darmrohr umkreisen und durch die Wirkung der Längsmuskulatur, in der Regel auf der rechten Seite, zu einem Muskelbündel zusammengeschoben werden. Dieses erscheint auf dem Querschnitt dreiseitig. Nach Braus-Elze (1956) sind die Plicae transversae den Kerckringschen Falten ähnlich, da die Muskulatur nicht mit eingefaltet ist. Allerdings sei die Ringschicht an dieser Stelle verdickt. Der

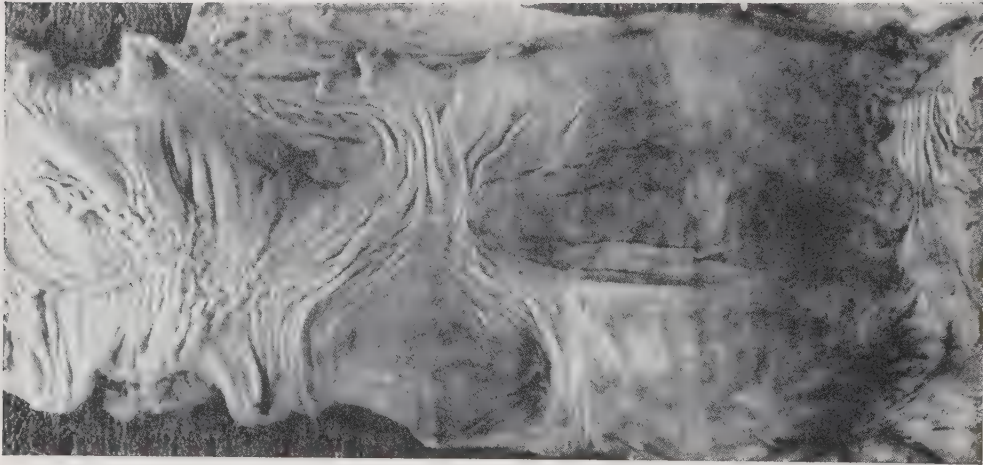


Abb. 14. Blick auf die Innenseite eines Rectums vom Erwachsenen, das an der linken Seite aufgeschnitten und in einer Ebene ausgebreitet wurde. In der Mitte des Bildes erkennt man die Kohlrauschsche Falte, welche sich nach oben und unten Y-förmig aufteilt. Mit je einer Schrägfolte wird die Plica transversa unterhalb und oberhalb davon verbunden. Es ergibt sich damit das gleiche Bild, wie wenn das Schema der Abbildung 12 an der linken Seite aufgeschnitten und in eine Ebene aufgeklappt werden würde

Sphincter tertius ist nach Gegenbauer (1896) nur durch die Kontraktion der Ringschicht zeitweilig vorhanden, aber anatomisch nicht gesondert. Kohlrausch (1854) beschreibt die später nach ihm benannte Plica als Falte, die konstant vor der Mitte des Steißbeines in der Gegend hinter der Blase oder des Uterus vorkommt. Sie soll vorzugsweise an der rechten Darmwandseite vorspringen und ziemlich weit in das Darmlumen hineinragen. Ihre Form ist mehr als halbringförmig, sie verläuft an der vorderen Darmwandseite weiter als an der hinteren. Dieser Falte soll der Sphincter ani tertius entsprechen. Nach Kohlrausch (1854) ist aber diese Bezeichnung nicht gerechtfertigt, da die Falte eine reine Schleimhautfalte sei, in welche die zirkulären Muskelfasern nicht hineingehen. Allerdings beschreibt Kohlrausch (1854) bei einem Hingerichteten eine große Aussackung oberhalb

der Plica transversalis. Die zirkuläre Muskelschicht ging in die Falte hinein und bildete eine beträchtliche Duplikatur. Eine pathologische Erweiterung des Mastdarmes oberhalb der Falte soll sich bei chronischer Verstopfung finden. Nach Lubosch und Schaller (1928) ist die Ringmuskulatur in den Plicae transversae verdickt, die Schleimhautfalten sind unverschiebbar damit verbunden. Im Bereich des Sphincter ani tertius komme es zu einer wechselseitigen Verflechtung von Längs- und Ringmuskelfasern. Die Ringmuskulatur schiebt sich keilförmig in die Falten fort. Sie ist von einem besonderen Bindegewebsmantel umgeben. Die Submucosa sei verdickt und die Drüsen schicht höher. Auf dem Querschnitt durch eine Plica transversa ist immer eine Verdickung der Ringschicht zu erkennen, vorausgesetzt, daß der Querschnitt durch den mittleren Abschnitt der Falte gelegt ist. Die Kohlrauschsche Falte ist die stärkste Querfalte, hier kann der fächerförmige Zusammenschluß der Ringschicht präparatorisch am leichtesten sichtbar gemacht werden. Die von beiden Seiten der Falte ausgehenden Muskelfächer umfassen bogenförmig das Wandgebiet zwischen der darüber- und darunterliegenden Querfalte. Sie bilden (Abb. 12) so ein zusammenhängendes Bogengitter, das die Wand des Sacculus rectalis aktiv verformen kann. Die oberen Anteile dieses Fächersystems der Kohlrauschschen Falte sind gleichzeitig die unteren Anteile des Fächersystems der darüberliegenden Plica transversa. Die Ringschicht ist jeweils im Bereich einer Plica transversa zusammengerafft, sie kann damit in ein System eingeordnet werden, dessen Grundlage schräg übereinander gestellte Ringe darstellen. An den Berührungsstellen der Ringe liegt dann jeweils eine Plica transversa. Der Zwischenraum zwischen zwei Ringen wird durch das fächerförmige Bogensystem des Sacculus rectalis ausgefüllt. Die Kontraktion der zirkulären Muskelschicht wird daher im Bereich der Plicae transversae nicht nur zu einer Verengung des Darmlumens führen, sondern auch zu einem Gegeneinanderziehen der Falten. Nach Laimer (1883) führt die Kontraktion der Ringmuskulatur zu einem zahnradartigen Ineinanderschieben der drei im Rectum vorhandenen Querfalten. Sie sollen so vollständig diese Stelle verschließen. Dabei soll die Längsschicht bei ihrer Kontraktion die Einschnürungen vertiefen, somit die klappenförmigen Falten einander nähern und damit die Funktion der Ringschicht unterstützen. Nach Laimer (1883) führt jede Kontraktion, gleich welche Schicht dabei beteiligt ist, zu einem Verschuß oder einer Verengung des Darmrohres im Bereich der Plicae transversae. Da aber im Bereich der Falte zahlreiche Übergänge zwischen Längs- und Ringschicht vorhanden sind (Abb. 10 u. 13), dürfte eine isolierte Kontraktion die Falten nicht vertiefen, sondern eher abflachen. Außerdem wird bei einer Kontraktion das Darmrohr weiter und die Falte auseinandergezogen. Längs- und Ringschicht bilden aber eine Einheit, so daß wir in den

muskulösen Brücken die Stellen der Erregungsübertragung von einer Schicht auf die andere sehen möchten. Die Falten werden bei jeder Annäherung zugleich höher werden müssen, indem die bindegewebigen Anteile der Submucosa gestaucht werden. Somit ist im Bereich der Kohlrauschen Falte tatsächlich ein Sphinctersystem vorhanden, dessen funktionelle Strukturen in den schräg gegeneinander versetzten Ringen der Plicae-transversae-Muskelbündel und deren Bindegewebe zu sehen ist. Die in der Submucosa der Falten liegenden elastischen Netze und kollagenen Faserbögen sind mit den Faserhüllen und Septen des muskulösen Ringwulstes fest verbunden. Auch der zwischen Längsschicht und Ringwulst liegende Bindegewebskeil ist mit diesem Bindegewebs-Muskelsystem der Falte untrennbar verbunden. Damit wird auch bei maximaler Dilatation ein völliges Verstreichen der Falte nicht möglich sein, es sei denn, die normale Architektur der bindegewebigen Strukturen ist gestört. Dieser pathologische Zustand kann dann aber auch dazu führen, daß eine Dilatation des Rectums im Bereich der Plicae transversae nicht in dem Maße erfolgen kann, wie es für einen normalen Defäkationsvorgang erforderlich wäre. Schneidet man ein Rectum an seiner lateralen Seite auf, so werden nach dem Aufklappen in eine Ebene Querfalten an der Darminnenseite sichtbar (Abb. 14). Diese sind durch Schrägfallen untereinander verbunden, so daß sich jede Falte nach beiden Seiten Y-förmig aufteilt. Das gleiche Bild würde man aber auch erhalten, wenn das Schema der Ringschicht im Bereich der Falten in eine Ebene ausgebreitet werden würde. Das Konstruktionsprinzip des Plicae-transversae-Systems ist demnach auch in den Strukturen des Schleimhautinnenreliefs zu erkennen. Der Musculus sphincter ani internus ist der untere Abschluß des Stratum circulare. Obwohl eine Abgrenzung nach oben nicht möglich ist, stellt dieser letzte Abschnitt der Ringschicht ein besonderes funktionelles System dar. Durch die fächerförmige Aufteilung der Taenien am oberen Ende des Rectums, ihre Zusammenfassung auf nur zwei Längsstreifen, und durch die bogenförmigen Übergänge zwischen der Taenienmuskulatur und der Ringschicht nimmt die Ringschicht oberhalb des Rectums, funktionell gesehen, ebenfalls eine Sonderstellung ein. Nach Laimer (1883) entspricht die Grenze zwischen Sigmoid und Rectum oft einer Verengung des Darmrohres, die als ringförmige Abknickung oder Einengung ausgebildet ist. Diese isthmusartige Verengung kann eine Länge von einigen Zentimetern haben. Nach Sieglbauer (1947) beträgt sie vier Zentimeter. Während die Ringschicht im Anfang und Ende des Rectums nur durch Verkürzung ihrer Muskelbündel und Tonussteigerung ringförmig das Darmlumen verschließen kann, ist in der Mitte des Rectums durch die Faltenbildung und die Anordnung der Muskelbündel ein zusätzlicher Verschlussmechanismus gegeben. Die zwischen diesen funktionellen Sphincter-

systemen liegenden Rectumwandabschnitte sind auch auf Grund der funktionellen Struktur ihrer Ringschicht in der Lage, einen gleichmäßigen Druck auf den Inhalt auszuüben und bei Erschlaffung eines Sphinctersystems die Faeces in Richtung auf dieses System voranzutreiben. Goerttler (1932) konnte nachweisen, daß die Colonwand im Gegensatz zu der des Dünndarmes keinen polaren Aufbau hat. Auch am Rectum sind (mit Ausnahme des *Musculus sphincter ani internus*) keine morphologischen Hinweise dafür zu finden, daß bei Kontraktion der Muskelschichten der Inhalt nur zum Anus hin befördert werden würde. Diese gerichtete Beförderung hängt von anderen Mechanismen ab (Bauchpresse, Erschlaffung des analen Verschlußapparates bei Kontraktion der über dem Rectum liegenden Abschnitte usw.), die hier nicht weiter erörtert werden können.

VI. Längsfalten der Schleimhaut und *Columnae rectales* mit innerer Längsmuskulatur

Konstante Längsfalten finden sich im Rectum des Erwachsenen immer in Form der *Columnae rectales*. Nur bei maximaler Kontraktion werden Längsfalten der Mucosa in dem über dem *Canalis analis* liegenden Rectumabschnitt sichtbar. Sie verlaufen oberhalb zwischen und unter den *Plicae transversae*. Am ausgeschnittenen Rectum des Neugeborenen und z. T. auch beim Kind konnten wir hingegen regelmäßig Schleimhautlängsfalten sehen. Sie verlaufen zickzackförmig, mit Y-förmigen Querverbindungen, die in die Täler zwischen den Falten ziehen. Es ergibt sich damit das gleiche Grundprinzip des Faltenreliefs, wie es auch an der Magenschleimhaut nachzuweisen ist (Müller 1961). Die längsverlaufenden Falten lassen sich mit ihren Teilstrecken in ein längsverlaufendes Scherengittersystem einordnen. Die querverlaufenden kurzen Falten in den Tälern ordnen sich in ein querverlaufendes System ein. Damit ist genügend Reservematerial der Mucosa vorhanden, das sich bei Dehnung der Wand entfalten kann. Die *Plicae transversae* sind mit den Längsfalten durch zahlreiche schräge Übergänge verbunden. Nach Abpräparation der Mucosaschicht konnten wir beobachten, daß die Fasersysteme der Submucosa eine funktionelle Struktur aufweisen, die der Scherengitteranordnung der Falten entspricht. Vielleicht sind daher Längsfalten beim Neugeborenen und beim Kind für die Rectumschleimhaut charakteristisch. Die diagonal eingestellten Krypten und die ebenso diagonal angeordneten Lymphfollikel ordnen sich in dieses Scherengittersystem der Falten und der Bindegewebsstrukturen ein. Die *Plicae transversae* sind konstante Falten, die in ihrem Submucosa- und Mucosabereich etwas verschiebbar sind. Nicht verschiebbar ist der Ringmuskulwulst, der die eigentliche Grundlage der Querfalten darstellt. Ob bei Kontraktion der Wand der *Sacculi rectales* die Längsfalten beim Erwachsenen

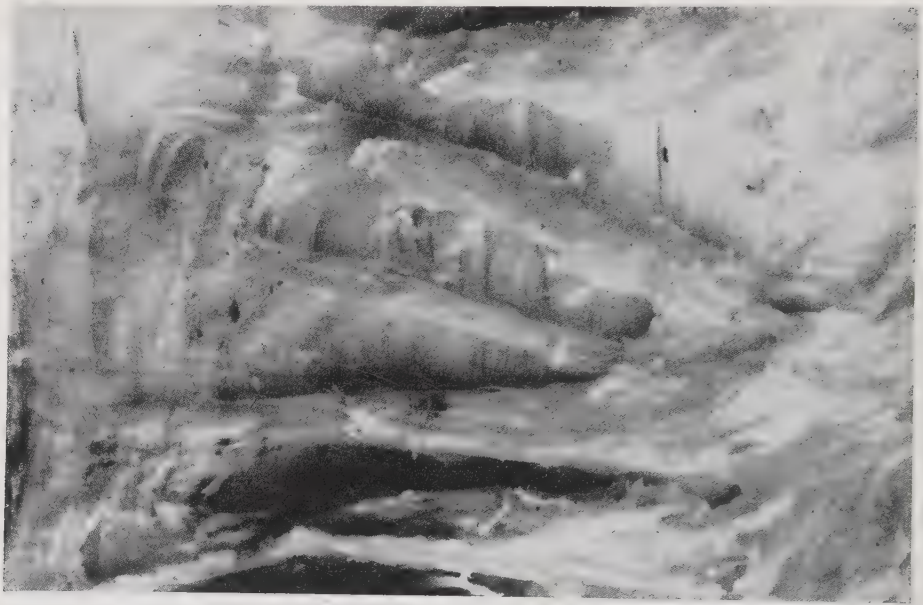


Abb. 15. Das Gebiet (innere Längsschicht) der Columnae anales beim Erwachsenen nach Abpräparation der Gefäßplexus und des bedeckenden Gewebes. Direkte Übergänge der bogenförmigen Aufspaltungen nach links in die Ringschicht hinein. Rechts ist die innere Längsschicht scherenröhrchenartig mit dem kollagen-elastischen Gerüst der Analhaut verbunden. Zwischen den Säulen der inneren Längsschicht sind die Bündel des Sphincter ani internus zu erkennen. Die linken bogenförmigen Verbindungen der inneren Längsschicht mit der Ringschicht begrenzen den Musculus sphincter ani internus zur Ringschicht des Rectums hin. Vergr. 10fach

immer an der gleichen Stelle entstehen, kann mit der von uns angewandten Untersuchungstechnik nicht entschieden werden. Es muß ja auch der Einfluß der Muscularis mucosae auf die Faltenbildung berücksichtigt werden. Die Anordnung der Gefäße in der gesamten Rectumwand und besonders die der Tela submucosa wird ebenfalls einen Einfluß auf die Faltenbildung haben. Die Gefäßarchitektur des Rectums konnte bei unseren Untersuchungen jedoch nicht einwandfrei aufgeklärt werden, so daß wir die Klärung dieses Problems zunächst zurückstellen müssen. Die im Bereich des Canalis analis liegenden Columnae rectales mit den dazwischenliegenden Sinus anales stellen konstant vorhandene Gebilde dar. Sie sind aus glatter Muskulatur, Blutgefäßen und kollagenelastischen Netzen aufgebaut. Nach Abpräparation der Mucosa und der Epithelschicht finden sich als Grundlage der Columnae säulenartige Bündel glatter Muskulatur (innere Längsschicht!), die mit elastischen und kollagenen Fasern durchmischt sind (Abb. 15). Sie verbreitern sich nach unten und gehen mit ihren Fasern, die sich scherenröhrchenartig überkreuzen, in das kollagen-elastische Gewebe der Analhaut über. Nach oben verzweigen sich die Säulen in einzelne bogen-

förmige Bündel, die in die Muskelschicht des *Musculus sphincter ani internus* und das interfaszikuläre Bindegewebe übergehen (Abb. 16). Diese Bögen sind nach unten konkav, sie überkreuzen sich gegenseitig und bilden so ein bogenförmiges Scherengitter. Auch an der Basis der Säulen finden sich einzelne Verbindungen zu den Muskelbündeln des *Sphincter ani internus* hin. Diese Bögen bilden dann ein Bogengitter mit nach oben konkaven Bögen. Die Untersuchung der *Columnae* und der Gefäße dieser Region ist von Stieve (1930) eingehend durchgeführt worden. Nach seinen Befunden bestehen die *Columnae* ausschließlich aus lockerem, verfilztem Bindegewebe. Kollagene Fasern sollen nach allen Richtungen verlaufen. Dazwischen findet Stieve elastische Fasern und wenig glatte Muskulatur, die der Ringschicht unmittelbar angelagert ist. Diese Längsbündel beginnen gewöhnlich an der oberen Grenze des *Musculus sphincter ani internus*.

Nach Stieve ist die Grundlage der Wülste nicht Muskelgewebe, sondern zusammendrückbares Schwellgewebe. Die Bluträume dieses Schwellgewebes sind untereinander verbunden und bilden somit prallelastische Schwellkissen, die den After vollkommen verschließen. Durch die Spannung des inneren Schließmuskels werden sie dauernd aneinander gedrückt. Die

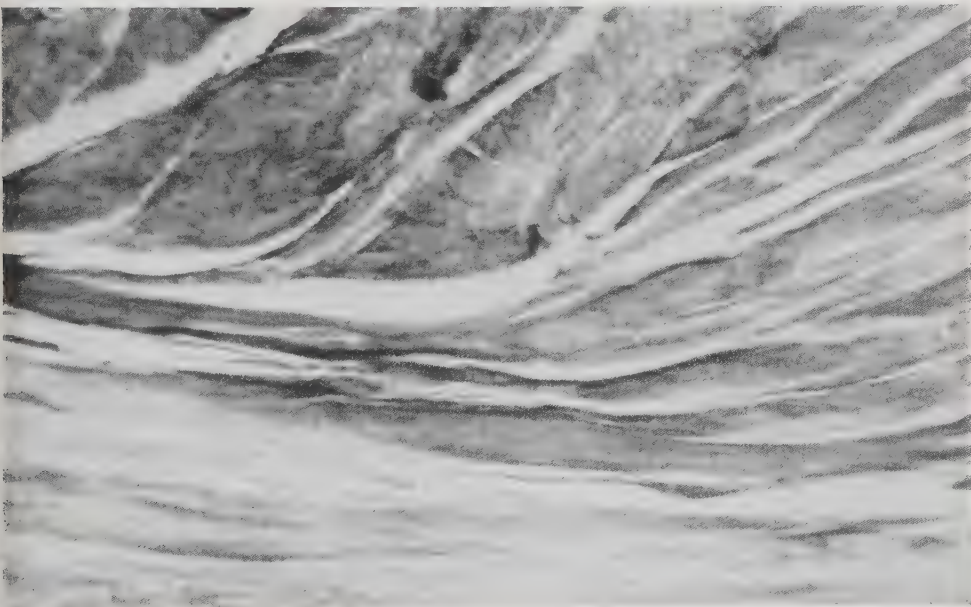


Abb. 16. Längsschnitt durch die Analregion eines Erwachsenen. Schnittdicke 200 μ m, Färbung Resorcinfuchsin. Die innere Längsschicht kommt direkt aus der Ringschicht. Man erkennt direkte Muskelbündelübergänge (Bildmitte rechts) und den direkten Zusammenhang der kollagen-elastischen Septen zwischen den Bündeln des *Musculus sphincter ani internus* (links oben auf dem Bild) und den kollagen-elastischen Netzen der inneren Längsschicht. Vergr. 25fach

Aufgabe dieser Wülste sieht Stieve darin, den After vollständig zu verschließen und außerdem den Durchtritt der Kotmassen zu erleichtern. Venenpolster und Längswülste bilden ein System, welches den Hohlraum verschließt, der durch den Sphincter ani internus allein nicht mehr, selbst bei maximaler Kontraktion, verschlossen werden kann. Die Schwellkörper und Columnae sollen sich erst im siebenten bis zehnten Monat des extrauterinen Lebens entwickeln, so daß erst nach dieser Zeit die Kinder den Kot willkürlich zurückhalten können. Vorher soll daher das Kind, selbst wenn es

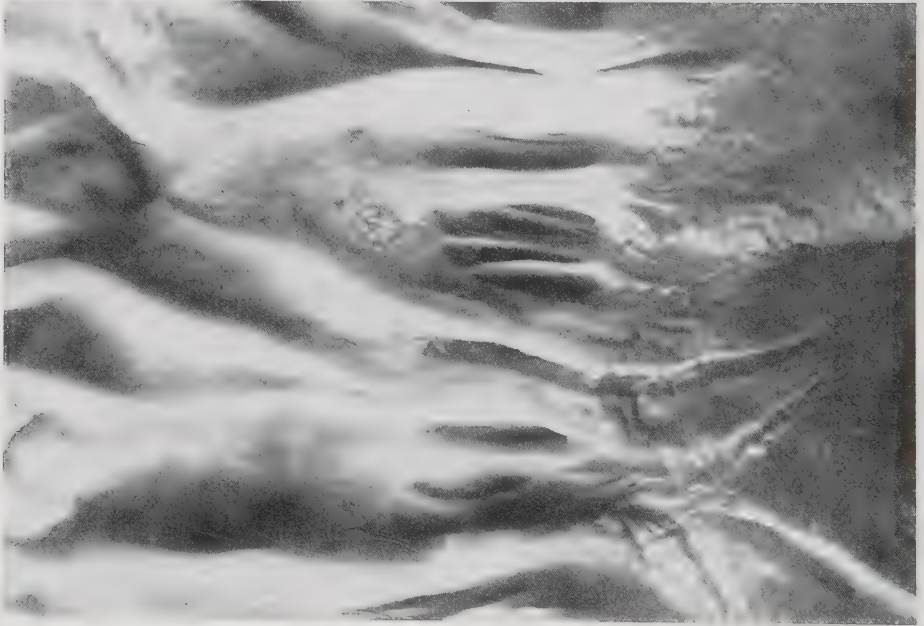


Abb. 17. Faltenrelief des Canalis analis beim Neugeborenen. Die Columnae anales sind nach links nicht abgegrenzt, sie setzen sich in Längsfalten fort. Dazwischen Sinus anales. Vergr. 5fach

wollte, den Kot längere Zeit nicht zurückhalten können. Wir fanden allerdings beim Neugeborenen im Canalis analis stets Längswülste in Form von flachen Columnae vor (Abb. 17). In neuester Zeit haben Stelzner, Staube-sand und Machleidt (1962) das Corpus cavernosum recti untersucht und gefunden, daß Arterien in dieses cavernöse System einmünden und somit bei inneren Haemorrhoiden eine hellrote Blutung auftreten kann. Durch die inneren Längsbündel, welche nach unseren Untersuchungen nicht der Muscularis mucosae entsprechen, wird der Musculus sphincter ani abgegrenzt. Bei einer Dehnung des After werden sich die bogenförmigen Bündel der Säulen abflachen und schräg einstellen. Damit sind die Bündel des Sphincter ani internus durch die Columnae kreuzweise vergurtet und

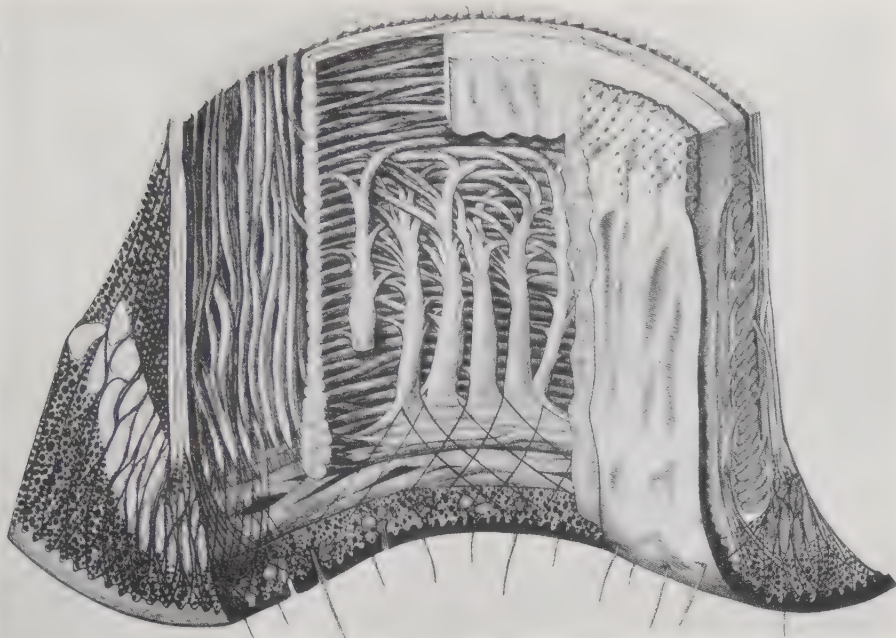


Abb. 18. Schematische Darstellung der einzelnen Schichten der Analregion und ihrer funktionellen Strukturen. Der Canalis analis ist aufgeschnitten, nach beiden Seiten aufgeklappt und schichtweise präpariert

1. Ganz rechts:

Längsschnitt durch die Analregion

2. Daran nach links anschließend:

Mucosa und Epithelschicht der Zwischenzone und der Haut

3. Bildmitte:

Die Säulen der inneren Längsschicht auf dem Musculus sphincter ani internus bilden die Grundlage der Columnae rectales. Nach unten finden sie Anschluß an das kollagen-elastische Bindegewebs-system des Anus mit Fettläppchen, Haaren, Drüsen und Gefäßen. Nach oben direkte Übergänge zum Musculus sphincter ani internus. Die Ringmuskelschicht unterhalb der inneren Längsschicht ist der Musculus sphincter ani internus

4. Linke Bildhälfte:

Die Ringschicht und der Musculus sphincter ani internus sind entfernt. Die Bündel der Längsschicht gehen in elastische Endsehnen über, welche an die kollagen-elastischen Septen, zwischen den Bündeln des Musculus sphincter ani externus, angeschlossen sind. Diese Netze ziehen bis zur Haut des Anus und sind dort verankert

gegen ein Aufreißen abgesichert (Abb. 18). Bei kontrahiertem Sphincter ani internus muß durch Kontraktion der inneren Längsmuskulatur eine Verkürzung und damit ein gegenseitiges Zusammenpressen der Columnae erreicht werden. Die direkten muskulösen Verbindungen zwischen Sphincter ani internus und der inneren Längsschicht ergeben eine funktionelle Einheit, die mit dem Gefäßsystem des Anulus haemorrhoidalis zusammenwirkt. Eine direkte Verbindung der äußeren Längsmuskulatur mit der inneren Längsschicht konnten wir nicht nachweisen. Allerdings treten besonders in

der Mittellinie zahlreiche Bündel der Längsschicht in den *Musculus sphincter ani internus* über. Man kann dann natürlich Kraftlinien konstruieren, die von der Längsschicht in den *Sphincter internus* und von dort in die innere Längsschicht verlaufen. Dies darf aber nicht zu der falschen Vorstellung führen, daß die Bündel der äußeren Längsschicht durch Lücken des *Musculus sphincter ani internus* ziehen und dann zur inneren Längsschicht würden (Roux 1881, Tandler 1923, Lubosch—Schaller 1928). Nach Petersen (1931), Stöhr (1951) und Stöhr—v. Möllendorff—Goerttler (1955) ist die innere Längsschicht die Fortsetzung der *Muscularis mucosae*. Kohlrausch (1854) läßt sie aus der Kreisfaserschicht herauskommen und bezeichnet diese Längsschicht als *Sustentator mucosae*, die eine Vorstülpung der Schleimhaut verhüten soll. Die gleiche Ansicht hatte schon Treitz (1853) vertreten. Die *Columnae rectales* sollen bekanntlich distal durch querverlaufende Falten (*valvulae semilunares*, *valvulae anales*, *plica annularis*) verbunden sein. Diese Falten sind aber nichts anderes als die oberen Ränder der zur Analhaut hin sich überkreuzenden Säulen, welche die Grundlage der *Columnae* bilden. Besonders bei Anspannung und Anheben der Analhaut können sie durch die Vertiefung des darüberliegenden *Sinus rectalis* stärker hervortreten. Eine besondere Funktion dürfte ihnen wohl nicht zuzuschreiben sein.

VII. *Musculus sphincter ani internus und externus*

Die Muskelbündel der Ringschicht gehen kontinuierlich in den *Sphincter ani internus* über. Seine obere Grenze ist daher nur durch den Anfang der inneren Längsschicht festgelegt. Auf einem Längsschnitt durch den *Canalis analis* wird der *Sphincter internus* innen von der inneren Längsschicht überzogen (Abb. 19), die vor allem in ihrem oberen Abschnitt mit den Bündeln des *Sphincter* zusammenhängt. Die kollagen-elastischen Netze der *Columnae rectales* stehen mit den Bindegewebshüllen der Muskelbündel des *Sphincter ani internus* in direkter Verbindung, so daß auch die bindegewebigen Strukturen eine funktionelle Einheit bilden. Die Muskelbündel des *Sphincter ani internus* sind durch Bindegewebssepten getrennt, die nach außen mit den Bindegewebshüllen der Längsschicht in Verbindung treten. Hierdurch werden die Bündel des *Musculus sphincter ani internus* in einzelnen Lagen übereinandergeschichtet, die schräg zur Darmachse verlaufen (Abb. 20). Die Trennungsschicht zwischen den Bündeln verläuft von außen oral nach innen anal. Damit hätten wir eine funktionelle Struktur, die wie am Dünndarm (Goerttler 1932) bei Kontraktion den Darminhalt oral-anal, also polar vorantreibt. Es ist eine bekannte Tatsache, daß Suppositorien ohne Anwendung der Bauchpresse von allein wieder aus dem Anus herausgedrückt werden, wenn sie nicht tief genug in den Analkanal eingeführt

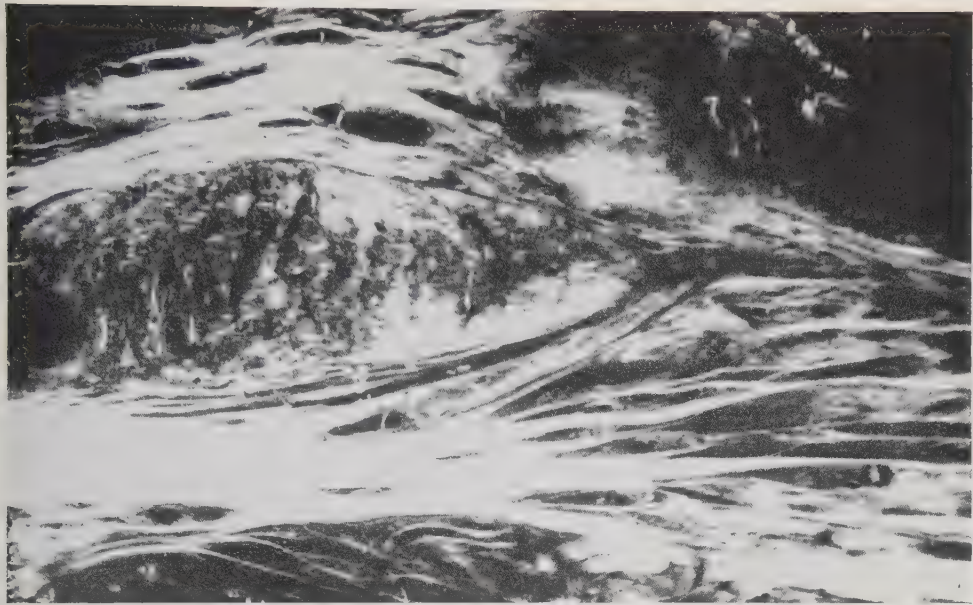


Abb. 19. Längsschnitt durch die Analregion des Erwachsenen. Schnittdicke 300 μ m, Färbung Resor-einfuchsin, Betrachtung im polarisierten Licht. Vergr. 20fach. Der Musculus sphincter ani internus (oben in der Mitte) wird innen und außen von längsverlaufenden Muskel- und Bindegewebsbündeln begrenzt. Die äußeren Längsmuskelbündel strahlen mit ihren Endsehnen fächerförmig zwischen die Bündel des Musculus sphincter ani externus ein und umfassen den Musculus sphincter ani internus bogenförmig von unten. Die Ausläufer der inneren Längsschicht umfassen den Musculus sphincter ani internus bogenförmig von innen und durchflechten sich mit den bindegewebigen Ausläufern der äußeren Längsschicht

wurden. Erst wenn sie durch den Sphincterring nach innen hindurchgeschoben sind, verbleiben sie oberhalb davon. Die einzelnen Bündel des Sphincter internus bilden genauso wie die darüberliegende Ringschicht keine geschlossenen Ringe. Die Bezeichnung Ringmuskel ist falsch, da sie die Vorstellung erweckt, es sei ein geschlossener Muskelring vorhanden. Dieser Ring könnte niemals die an ihn gestellten Aufgaben erfüllen. Die Dilatations- und Kontraktionsvorgänge würden die Außen- und Innenanteile des Ringes so unterschiedlich belasten, daß eine gleichmäßige Verformung bei maximaler Dilatation oder Kontraktion undenkbar ist. Die einzelnen Bündel bilden nach unseren Untersuchungen ein ringförmiges, dreidimensionales Muskelgitter. Solche Ringgitter konnten wir schon am Pylorus des Magens und an der Papilla ileocaecalis nachweisen (Müller 1961; Müller-Smith—Agreda 1962). Die Muskelbündel des Musculus sphincter ani internus, welche dieses zu einem Ring gebogene Scherengitter aufbauen, sind relativ dick und lang. Bündel, die innen liegen, teilen sich Y-förmig auf und verbinden sich mit weiter außen liegenden Bündeln.

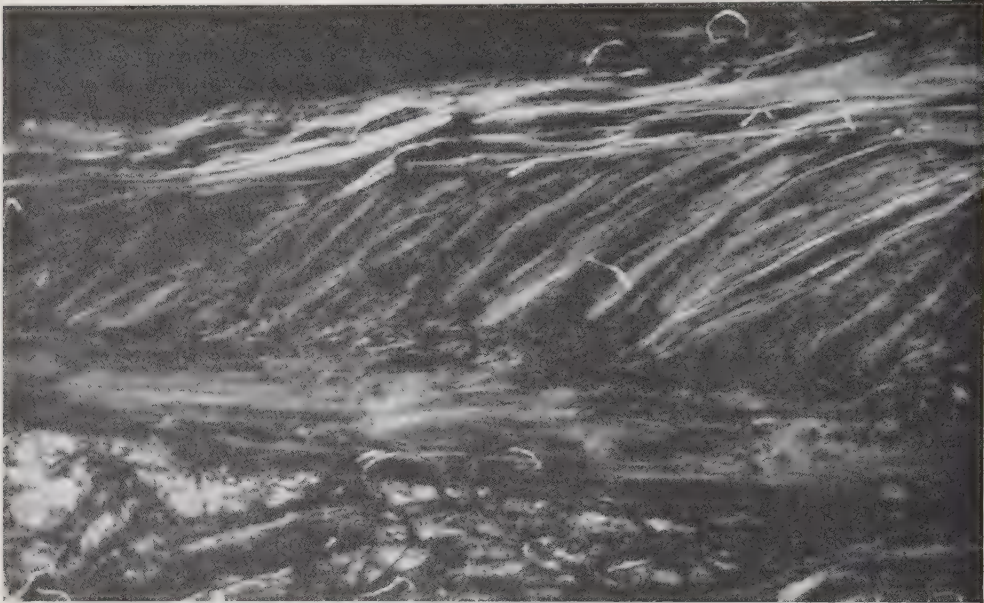


Abb. 20. Längsschnitt durch den Canalis analis beim Erwachsenen im Bereich des oberen Abschnittes des Musculus sphincter ani internus. Schnittdicke 300 μ m, Färbung Alauncarmin, Betrachtung im polarisierten Licht. Vergr. 20fach. Man sieht deutlich die Schrägstellung der Bündel des Musculus sphincter ani internus. Ihr Verlauf ist von außen oral nach innen anal. Der Zusammenhang zwischen Längsschicht—Musculus sphincter ani internus—innere Längsschicht ist sehr eindrucksvoll zu erkennen

Damit ist eine Umstellung und irisblendenartige Verschiebung der Muskelbündel bei Dilatations- oder Schließbewegung möglich. Die von oben außen in den Sphincter einstrahlenden Bündel der äußeren Längsschicht werden den Muskel dilatieren. Die Verhältnisse sind demnach hier ähnlich wie beim Pylorus des Magens, wo auch die äußere Längsschicht schräg in die Ringschicht einstrahlt, das Muskelgitter nach außen zieht und damit erweiternd wirkt. Nach unten ist der Musculus sphincter ani internus durch einen Verschiebespalt (Abb. 11) von dem kollagen-elastischen Gewebe der Analregion getrennt. Die Bündel des Musculus sphincter ani externus überkreuzen sich dorsal und ventral vom Anus. Außerdem bilden seine Bündel einen nach oben offenen Kahn. Es ist daher ebenfalls nicht richtig, diesen Muskel als Ringmuskel zu bezeichnen. Auf einem Längsschnitt durch die Analregion kann er flach S-förmig erscheinen (Petersen 1931). Hinter der oberen Krümmung greift dann der Musculus levator ani hinein. Roux (1881) hat darauf hingewiesen, daß seine Form einem Kahn gleicht, durch welchen der Mastdarm senkrecht nach oben aufsteigt. Nach Roux bilden die Bündel des Musculus sphincter ani externus ein grobes Netzwerk mit spindelförmigen Maschen. Seine oberflächlichsten Fasern gehen zur Haut und entsprechen

dem „Hautmuskel“ von Luschka und „Sphincter superficial“ von Cruveilhier. Diese oberflächlichen Fasern sollen am reichlichsten hinter dem After sein und beim Mann vor allem entlang der Raphe anoscrotalis liegen. Der tiefe Teil des Sphincter externus soll sich an der Rückfläche und Spitze des Steißbeines anheften. Vor dem After enden diese Faserzüge in der fibrösen Faserlamelle des Dammes hinter dem Musculus bulbocavernosus. Andere Faserzüge sollen die Mittellinie überschreiten und in den Musculus bulbocavernosus und Musculus perinei superficialis übergehen. Die tiefste Abteilung des Sphincter ani externus soll den Mastdarm in geschlossenen Ringen umkreisen, ohne daß besondere Ansatzstellen vorhanden werden. Nach unseren Untersuchungen stellt der Musculus sphincter ani externus ebenfalls ein muskulöses Scherengitter dar, das aus groben Bündeln aufgebaut ist und kahnförmig den unteren Teil des Rectums umzieht. Die einzelnen Bündel sind von den kollagen-elastischen Netzen umhüllt, die bis zum Anus ziehen und oberhalb vom Musculus sphincter ani externus der Längsschicht des Rectums zum Ansatz dient. Der Muskel ist daher stets in seiner schräg zur Darmachse verlaufenden Lage fixiert und somit als aktiv verformbarer Anteil des kollagen-elastischen Verschlußapparates funktionsfähig. Die Verbindungen des Musculus sphincter ani externus zu den verschiedenen Anteilen des Dammes und der Zusammenhang mit dem Musculus levator ani wurde nicht näher untersucht.

VIII. Die funktionellen Strukturen des Bindegewebes

Bindegewebe und Muskulatur bilden zusammen das Grundgerüst, von dem die einzelnen funktionellen Systeme aufgebaut sind. Die Funktionsarchitektur des Bindegewebsapparates muß der jeweiligen Aufgabe des funktionellen Systems und jedem veränderten Funktionszustand angepaßt sein. Muskulatur und Bindegewebe stellen dabei eine funktionelle Einheit dar, die untrennbar miteinander wirksam ist und auch dort besteht, wo wir morphologisch keine direkten Zusammenhänge, wie in einer Muskel-Sehnen-Verbindung, nachweisen können. Das Bauprinzip der elastischen und kollagenen Faserelemente läßt sich auf zwei Grundtypen zurückführen. Die kollagenen Fasern sind zu Scherengittersystemen zusammengeschlossen, die sich als überkreuzende Bogengitter darstellen. Die elastischen Fasern bilden mit ihren sich verzweigenden Fasern Fasernetze (Abb. 21), die mit den Scherengittersystemen der kollagenen Fasern ein dreidimensionales Raumgitter aufbauen. Die Ordnung dieser elastisch-kollagenen Fasersysteme (Abb. 22) wird hauptsächlich durch die elastischen Bauelemente aufrechterhalten. Dort, wo die elastischen Netze sehr reichlich vorhanden sind, wird also der Dehnung ein entsprechend großer Widerstand entgegengesetzt, der aber gleichzeitig die Kraft darstellt, mit der die Fasersysteme

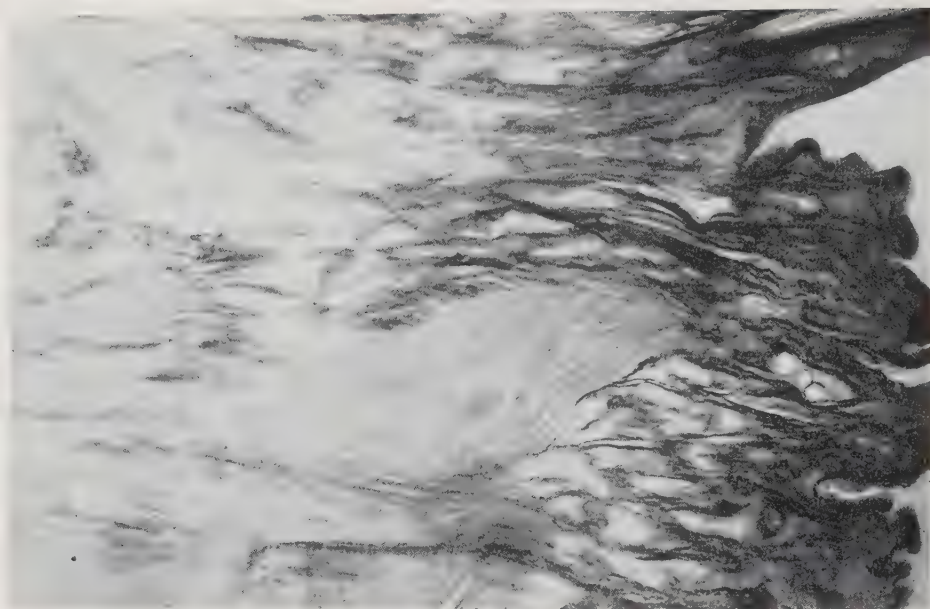


Abb. 21. Zusammenhang der elastischen Netze der Subcutis und Cutis der Analhaut mit den elastischen Netzen zwischen den Bündeln des Musculus sphincter ani externus. In der unteren rechten Bildhälfte werden Fettgewebepolster von den elastischen Netzen umschlossen. Vergr. 10fach

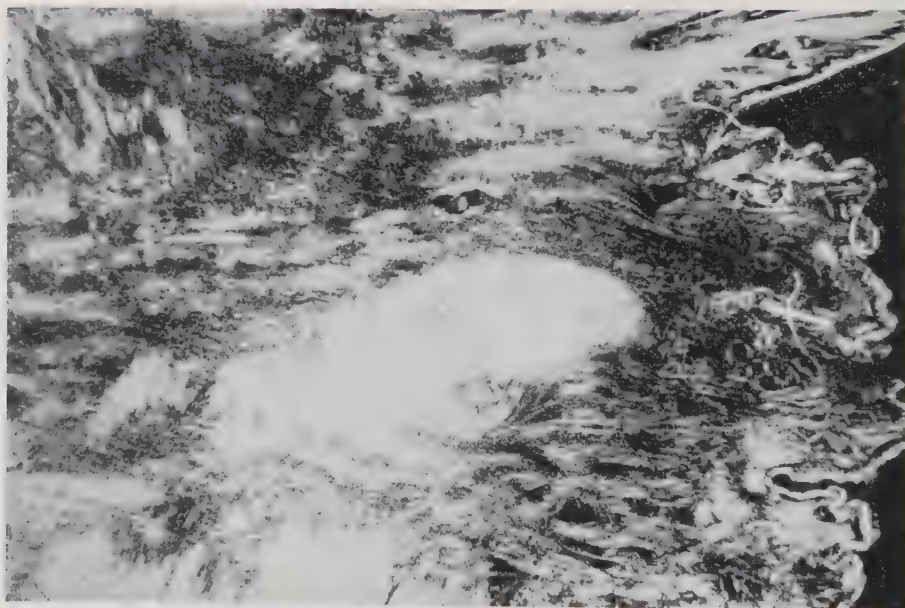


Abb. 22. Das gleiche Bild wie Abb. 21 im polarisierten Licht. Die Scherengitter der kollagenen Fasern entsprechen dem Verlauf und der Lage der elastischen Netze. Elastische und kollagene Fasern bilden eine funktionelle Einheit

wieder in ihre Lage vor der Dehnung zurückgeführt werden. Die Aufgabe der elastischen Netze besteht demnach nicht nur darin, als „ordnendes Prinzip“ auf die kollagenen Scherengitter einzuwirken, sondern Energie zu liefern, die sonst durch Muskelkräfte geleistet werden müßte. Andererseits ergibt sich aber auch durch den Einbau der elastischen Fasern in ein Hohlorgan, wie das Rectum, daß eine Grundform vorhanden sein muß, die sich vorwiegend aus der Anordnung und Verspannung der elastischen Netze ergibt. Damit erklärt sich auch das reichliche Vorhandensein von elastischen Netzen im Bereich des Anus. Die dreidimensionale Anordnung und Aufgliederung in einzelne konzentrische, miteinander zusammenhängende Septen um den Kanalteil des Rectums herum ist für die Funktion der Rückführung der gedehnten Wand nach der Defäkation besonders geeignet. Die zwischen den Netzen liegenden Fettpolster stützen die Netze gegenseitig ab und ordnen sie gleichzeitig. Die bogenförmigen Scherengitter dürften bei Dehnung bis zu einer bestimmten Grenzstellung verschiebbar sein, wird diese überschritten, so kommt es zu einem Zerreißen dieses Systems. Damit ist aber die Ordnung auch durch die dehnbaren, elastischen Netze nicht mehr herzustellen, es kommt zu pathologischen Funktionszuständen. Die elastischen Netze und das System der kollagenen Scherengittersysteme um den Canalis analis sind mit der Längsschicht des Rectums

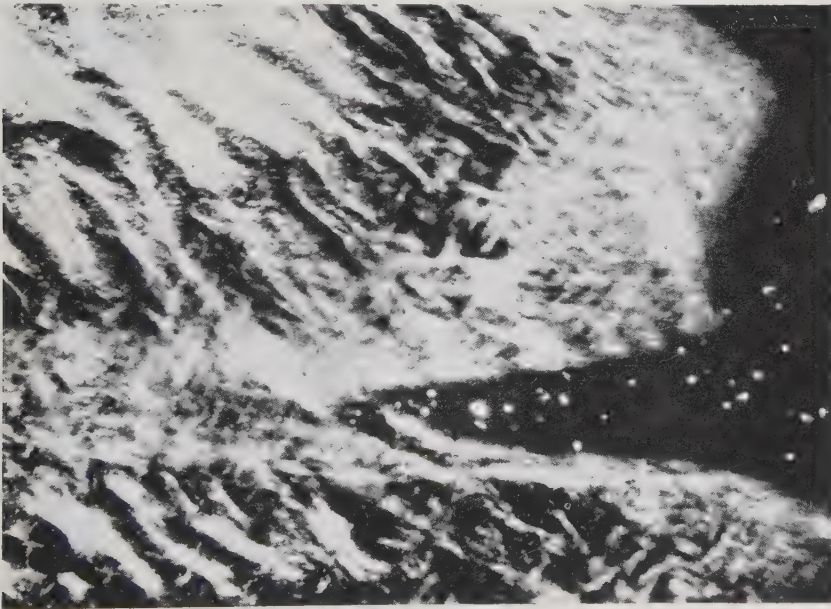


Abb. 23. Flachschnitt durch die Anahaut beim Erwachsenen. Schnittdicke 250 μ m, Alauncarminfärbung, Betrachtung im polarisierten Licht. Vergr. 30fach. Die Scherengitter der kollagenen Faser-netze der Subcutis verankern sich in der Lederhaut

verbunden, sie sind, wie schon beschrieben, die Endsehnern der einzelnen Muskelbündel. Nach unten verankern sich die elastischen und kollagenen Fasern in der Haut des Anus (Abb. 23 u. 24). Alle Drüsen und Haare dieser Region sind in dieses System eingebaut, indem sie in den Lücken der Scherengittersysteme stecken und von elastischen und kollagenen Fasern umwickelt werden (Abb. 23, 24 u. 25). Da die einzelnen Bündel des Mus-

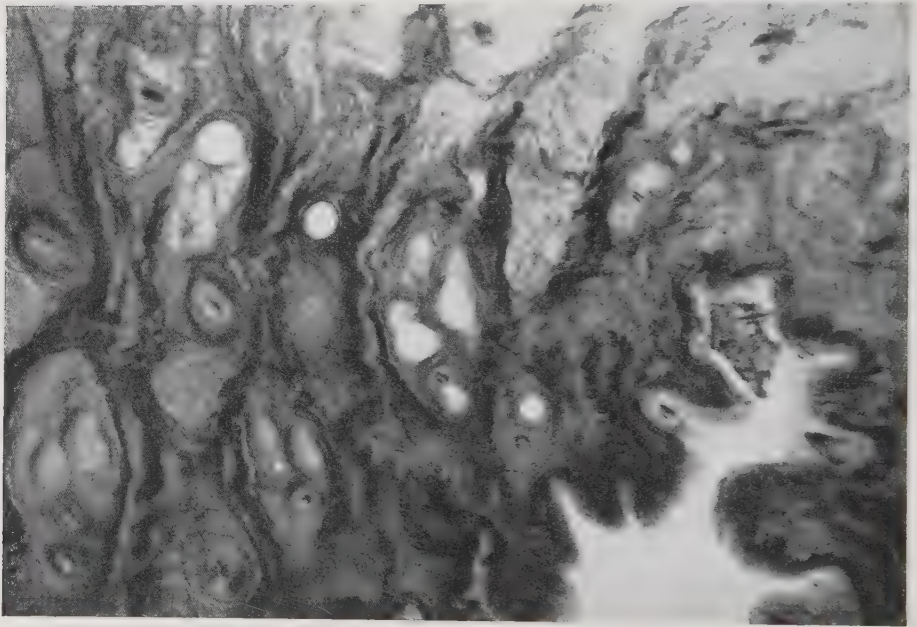


Abb. 24. Flachschnitt durch die Analhaut des Erwachsenen. Schnittdicke 300 μ m, Resorcinfuchsinfärbung. Haare, Drüsen, Gefäße und Fettläppchen werden von den zusammenhängenden elastischen Netzen umhüllt. Vergr. 20fach

culus sphincter ani externus durch die elastisch-kollagenen Septen getrennt und in einzelne Gruppen gegliedert werden, hat der Bindegewebsapparat der Analgegend auch einen ordnenden Einfluß auf die Muskulatur. Bei einer maximalen Kontraktion muß es zu einer Anspannung der elastischen Netze kommen. Nach seiner Erschlaffung wird der Musculus sphincter ani externus wieder in seine nach oben offene Kahnform zurückgezogen werden müssen. Bei einer maximalen Dilatation des Anus und Erschlaffung des Sphincter externus bleibt die Bündelung und das Prinzip ihrer gegenseitigen Lagerung erhalten, und so ist der Muskel stets in der Lage, bei einer Kontraktion seine Kraft voll zu entfalten. In dem Teil des Enddarmes, der über dem Beckenboden liegt, und dessen Wand sich dem jeweiligen Füllungszustand anpassen muß, sind glatte Muskulatur und Bindegewebe zu einem



Abb. 25. Die gleiche Stelle wie Abb. 24 im polarisierten Licht. Haare, Drüsen und Gefäße werden von sich überkreuzenden kollagenen Fasern umwickelt. Zwischen diesen Gebilden sind lockere Scherengitter sichtbar

System vereint, das auch schon am Magen (Müller 1961) nachgewiesen wurde. Die einzelnen Muskelbündel sind mit einem längsgestellten Scherengitter kollagener Fasern eingehüllt. Die Scherengittersysteme der Längsschicht sind durch sich überkreuzende Bogenfasern mit den Gittern der Ringschicht verbunden, so daß zwischen den beiden Schichten der Lamina muscularis propria eine Gleitschicht vorhanden ist. Durch elastische Netze werden die einzelnen Muskelschichten und ihre Muskelbündel ebenfalls eingehüllt. Auf der Innen- und Außenseite der Muscularis propria sind diese Netze verdichtet. Besonders stark ist die Entwicklung der elastischen Elemente im Bereich der Plicae transversae und hier besonders im Bereich der Kolhirschschens Falte. Dies ist verständlich, muß doch jede Falte eine Eigenform haben, deren Grundform durch Dehnung des Darmes oder bei Kontraktion der Muskulatur nicht verlorengehen darf. Die kollagenen Faserbögen sind über den Muskelschichten fascienartig verdichtet. Eine ähnliche Verdichtung stellt die Lamina propria dar, die durch die beiden Schichten der Muscularis mucosae von der lockeren Tela submucosa getrennt ist. Die einzelnen Krypten sind von den Fasern der Lamina propria eingehüllt. Diese Hüllen gehen aus flachen und steilen, sich gegenseitig überkreuzenden Faserbögen hervor, die bis in die Submucosa reichen. Das

Raumgitter der kollagenen Faserbögen der Submucosa (Abb. 26), in dessen Maschen die Gefäße und Nerven verlaufen, steht mit der fascienartigen kollagen-elastischen Deckschicht der Ringmuskelschicht in Verbindung. Somit können Zug- oder Druckkräfte stets gleichmäßig von einer Schicht auf die andere übertragen werden. Die Submucosa kann sich bei Dilatation verschmälern und kann unterschiedliche Druck- und Zugkräfte, die auf die

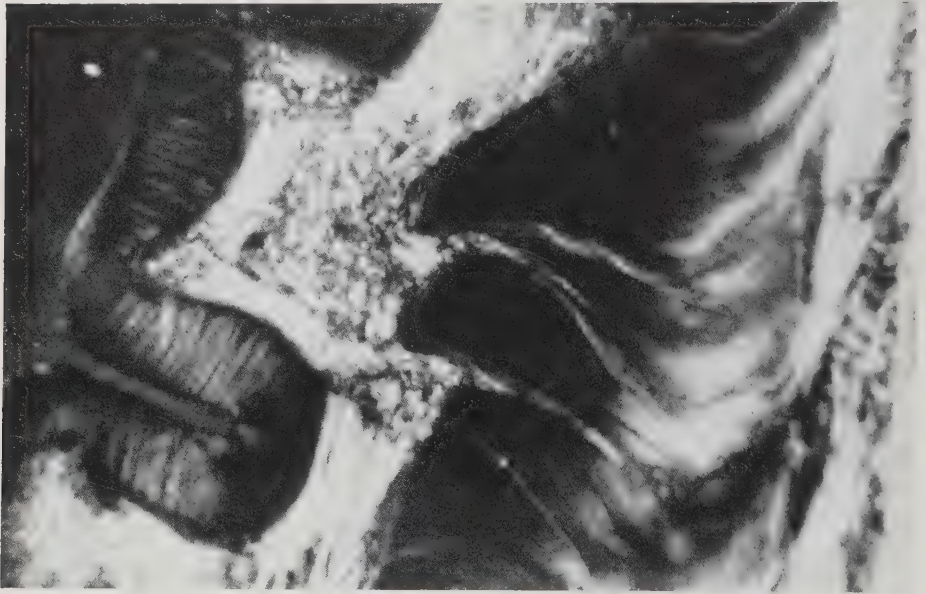


Abb. 26. Querschnitt durch die Rectumwand, Schnittdicke 300 μ m, Alauncarminfärbung, Betrachtung im polarisierten Licht. Vorgr. 30fach. Die Scherengitter des interfascikulären Bindegewebes zwischen den Bündeln der Ringmuskelschicht gehen in die sich überkreuzenden Bogengitter der Submucosa über. Von hier aus ziehen steilere Bögen in die Lamina propria zwischen den Krypten hinein

Rectumwand einwirken, ausgleichen. Dieses Konstruktionsprinzip der lockeren Zwischenschicht gibt aber auch der Muscularis mucosae freie Beweglichkeit zur Submucosa hin und läßt sie vorwiegend auf die Fasersysteme der Lamina propria wirksam werden. Die Anordnung der kollagenen, sich überkreuzenden Bogenfasern und ihr Zusammenhang mit den Faserhüllen der Krypten (Abb. 27) führt bei Dehnung der Darmwand zu einem mechanischen Aneinanderpressen der Krypten und verhindert so ein Aufreißen der Mucosa. Durch Kontraktion der scherengitterförmig angeordneten Muscularis mucosae kann dieses Aneinanderpressen der Krypten auch lokal begrenzt durchgeführt werden. Das Herausfließen des schleimigen Sekretes der Becherzellen aus der Tiefe der Krypten wird so aktiv und passiv gefördert werden können. Abschließend können wir daher feststellen, daß die

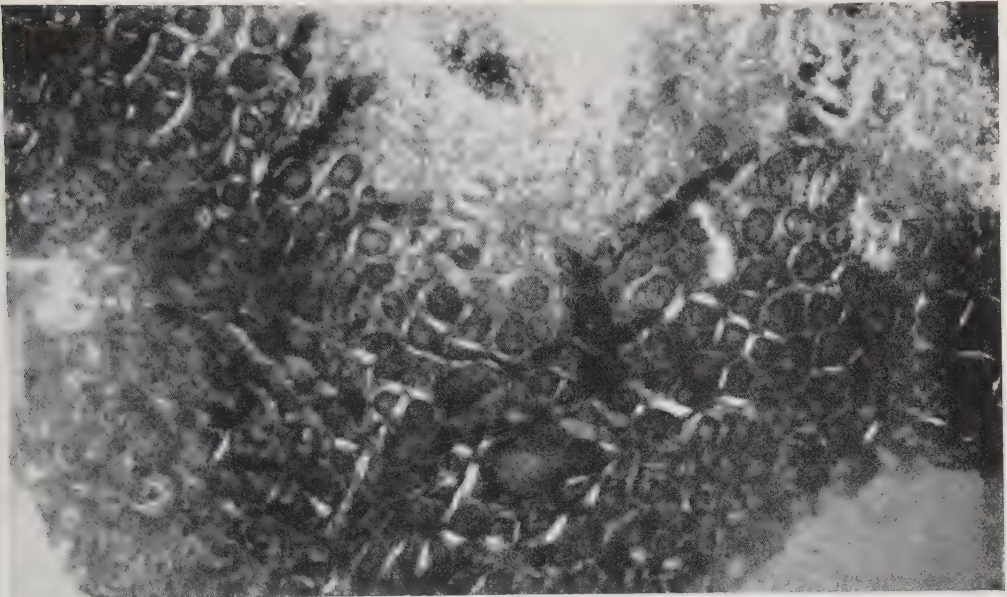


Abb. 27. Flachschnitt durch die Mucosa des Rectums vom Erwachsenen. Schnittdicke 250 μ m, Alauncarminfärbung, Betrachtung im polarisierten Licht. Vergr. 40fach. Die kollagenen Scheringitter der Submucosa (im Bild rechts) ziehen zwischen die Krypten hinein und bilden kollagene Faserhüllen um die Krypten herum

Architektur der Bindegewebsstrukturen der verschiedenen funktionellen Systeme des Enddarmes nicht nur die Form, sondern auch die Funktion bestimmt.

IX. Zusammenfassende funktionelle Betrachtung

Nachdem die Funktionsarchitektur der einzelnen Strukturen im Enddarmbereich beschrieben worden ist, sollen im folgenden die Ergebnisse nochmals zusammengefaßt betrachtet werden. Können wir überhaupt das Enddarmgebiet auf Grund seiner funktionellen Strukturen in einzelne funktionelle Abschnitte aufgliedern? Zunächst können wir eine Übergangszone zwischen Sigmoid und Mastdarm abgrenzen. Sie ist durch die Vereinigung der Taenia omentalis und libera charakterisiert, unterscheidet sich also sehr deutlich von dem Mastdarm mit seiner geschlossenen Längslage und dem Sigmoid mit seinen drei Taenien. Die Länge dieses Darmabschnittes ist sehr unterschiedlich, auch ist die Art der Haustrenbildung und die Lage der Plicae semilunares nicht einheitlich. Die Zusammenfassung der Längsmuskulatur auf zwei Längsstreifen ist aber eine Vereinfachung der Konstruktion dieses Darmabschnittes. Die Ringschicht wird durch eine solche Aufgliederung der Wand noch mehr im Sinne eines Sphincters tätig werden können. Damit ist aber auch die Grenze von Sigmoid und Rectum nicht

mehr auf einen Sacralwirbel zu beziehen, sondern diese Übergangszone zwischen Sigmoid und Rectum ist die Grenze. Wir kommen damit etwa zum gleichen Ergebnis wie Di Dio (1957), der dieses Gebiet als Pylorus sigmoideo rectalis benannt hat und auch die Bezeichnung Pylorus pelvico rectalis in seiner zusammenfassenden Darstellung der verschiedenen Sphincteren des Magendarmkanals aufführt. Allerdings können wir uns nicht seinen Ausführungen anschließen, daß diese Übergangszone allein durch die fächerförmige Aufsplitterung der Taeniae colicae charakterisiert ist. Es gehen eben die drei Taenien nicht in gleicher Höhe in die geschlossene Längsmuskelschicht des Rectums über, sondern die vereinigte Taenia libera und omentalis an der Vorderseite und die Taenia mesocolica an der Rückseite. Dieses Verhalten der Taenien ist für den Darmabschnitt, der zwischen Sigmoid und eigentlichem Rectum liegt, charakteristisch. Der fächerförmige Übergang in das Stratum longitudinale ist auch niemals als scharfe Grenze zu erkennen, da sich vor allem die vorderen Taenien oft als Verdickung der Längsschicht bis zum Canalis analis verfolgen lassen. Der Übergang der Taenien erfolgt nicht nur ausschließlich in die Längsschicht hinein. Es finden sich zahlreiche Übergänge zwischen Taenienrand und zirkulärer Schicht, so daß, von außen betrachtet, dieser Darmabschnitt in vergrößertem Maßstab der Übergangszone vom Caecum in die Appendix gleicht, mit dem Unterschied, daß dort drei Taenien in die geschlossene Längsschicht übergehen. Direkt oberhalb der geschlossenen Rectumlängsschicht sind diese bogenförmigen Muskelbrücken nach oben konkav. Bei einer maximalen Kontraktion der Ringschicht dieses Darmabschnittes müßte daher ein Verschuß des Darmes eintreten und der Darminhalt immer nach oben, vom Anus weg, bewegt werden. Bei Verkürzung der Taenien, vor allem im Bereich ihres fächerförmigen Aufgehens in die Rectumlängsschicht, dürfte eine Öffnungsbewegung erfolgen, so daß der Ausdruck Pylorus sigmoideo rectalis berechtigt erscheint. Daß an dieser Stelle eine Verengung des Darmes sichtbar sein kann, ist bekannt. Nach Di Dio sind verschiedene Typen der Form zu beobachten.

Typ I: zylindrisch

Typ II: konisch

Typ III: ohne spezielle Form

Typ IV: ringförmig

Typ V: winkelförmig.

Am häufigsten wurde der Typ II (56:90), also konisch, beobachtet. Auf Grund der Funktionsarchitektur dieses individuell verschieden langen Darmabschnittes, ist eine vor allem sphincterartige Wirkung bei Muskelkontraktion auch zu erwarten. Der auf diese Übergangszone folgende Abschnitt des Darmes ist das Rectum, das durch seine geschlossene Längsmuskelschicht charakterisiert ist. Seine Form ist individuell verschieden, sie wird von ver-

schiedenen Faktoren bestimmt, die nicht nur vom konstruktiven Aufbau der Rectumwand und dem jeweiligen Füllungszustand abhängen, sondern auch von der Lage und Form der Nachbarorgane. Bekanntlich ist der Ausdruck „Rectum“ an sich falsch und sollte durch einen anderen Ausdruck, wie z. B. „intestinum terminale“, ersetzt werden. Denn eine S-förmige Verbiegung in sagittaler Richtung ist, durch die Form der dorsalen Beckenwand und die hinter dem Rectum liegende Levatorschlinge bedingt, immer vorhanden. Dagegen wird eine S-förmige Verbiegung in der Frontalebene nicht immer sichtbar sein. Sonst wäre ja auch der falsche Ausdruck „Rectum“ nicht entstanden. Eine Gliederung des Enddarmes ergibt sich natürlich entsprechend der sacralen und perinealen Krümmung. Auch funktionell gesehen kann eine Einteilung getroffen werden, die mit dieser topographischen Einteilung übereinstimmt. Die Pars sacralis mit der Flexura sacralis ist Reservoir und Gleitrohr für die Faeces. Sie ist innen durch die Ausbildung mehrerer Plicae transversae in einzelne Etagen aufgegliedert. Die Grenze nach oben bildet der fächerförmige Übergang der Taenien in die geschlossene Längsmuskelschicht, also der Pylorus sigmoideo rectalis. Den Abschluß nach unten stellt der recto anale Pylorus dar, der im Bereich der Pars perinealis und des Canalis analis liegt. Es ist nur freilich schwer, den Begriff der Ampulle zu

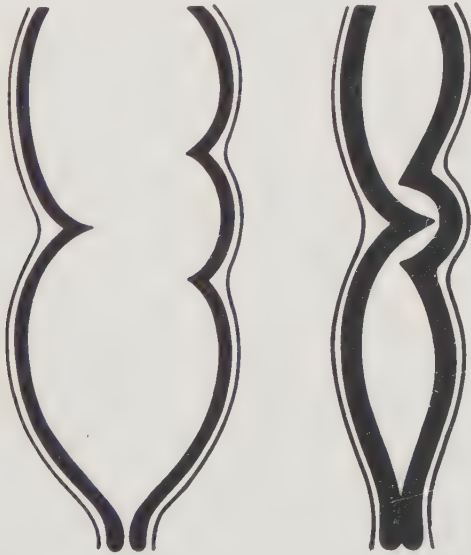


Abb. 28. Funktionsschema zur Wirkung der Ringmuskulatur des Rectums. Kontrahiert sich die Ringschicht (rechtes Schema), so werden die Plicae transversae gegeneinandergezogen. Damit kommt es zu einem sphincterartigen Verschuß im mittleren Rectumbereich. Die Kohlrauschsche Falte ist nur ein Teil dieses Plicae—transversae-Systems. Die Sacculi rectales werden bei der Kontraktion der Ringschicht allseitig verkleinert oder der Druck wird in dem betreffenden Rectumabschnitt gesteigert. Bei Öffnung eines Sphinctersystems wird der Darminhalt auf dieses System hinbewegt

definieren und auf die oben genannten Abschnitte des Enddarmes zu beziehen. Hier werden klinische Erfahrungen und die röntgenologischen und rektoskopischen Befunde herangezogen werden müssen, um eine Übereinstimmung des anatomischen Begriffes mit dem der Kliniker zu bringen. Der Enddarm ist in mehrere, meist drei Abschnitte durch die Plicae transversae gegliedert. Die zwischen den Plicae liegenden erweiterungsfähigen Segmente können nach Sieglbauer als Sacculi rectales bezeichnet werden. Sie stellen aber eigentlich nicht Kotbehälter dar, sondern sind als Teile eines im mittleren Bereich des Rectums liegenden Verschlußsystems zu betrachten. Dieser Verschlußmechanismus ist durch die Annäherung und Verkleinerung der halbmondförmigen Plicae transversae bei Kontraktion der zirkulären Muskelschicht tätig (Abb. 28). Der schon geschilderte Aufbau der Ringschicht im Bereich der Plicae transversae erklärt, daß es zu einem kulissenartigen Übereinanderschieben dieser Falten kommt und damit tatsächlich funktionell und morphologisch ein Sphincter tertius vorhanden ist. Die Kohlrauschsche Falte entspricht aber bei einer solchen Betrachtung nicht dem Sphincter tertius, die Falte ist nur ein Teil dieses funktionellen Sphinctersystems. Bei seiner Kontraktion können sich kotgefüllte ampullenförmige Abschnitte des Rectums bilden. Funktionell-anatomisch läßt sich daher der Begriff Ampulle dreifach definieren:

1. Die Ampulla recti ist der Darmabschnitt zwischen dem Pylorus sigmoideo rectalis und dem Pylorus recto analis. Sie kann durch das System des Sphincter tertius segmentiert werden.
2. Die Ampulla recti ist der obere Abschnitt des Rectums zwischen Pylorus sigmoideo rectalis und Kohlrauschscher Falte.
3. Die Ampulla recti ist der untere Abschnitt zwischen Kohlrauschscher Falte und Pylorus recto analis.

Die geschlossene Längsmuskelschicht des Rectums muß auf Grund ihrer Funktionsarchitektur bei ihrer Kontraktion eine dilatierende Wirkung entfalten und außerdem den Darm verkürzen (Abb. 29). Die zahlreichen muskulösen Verbindungen zwischen Längs- und Ringmuskelschicht lassen vermuten, daß die Kontraktionsabläufe koordiniert sind und die isolierte Kontraktion einer Muskelschicht nicht denkbar ist. Die funktionelle Struktur der Längsschicht erstreckt sich bis in die Anahaut hinein. Das System der bindegewebigen Septen, die zugleich Endsehnern der Längsschicht sind, kann aber auch umgekehrt bei Dehnung einen Reiz auf die Längsschicht entfalten. Bei Durchtritt der Faeces und damit Dehnung und Zug des Bindegewebesystems wird gleichzeitig ein Reiz zur Kontraktion der Längsschicht gesetzt. Diese Kontraktion führt zur Dilatation des direkt über dem recto analen Pylorus liegenden Darmabschnittes und erleichtert so den Durchtritt der Kotsäule. Durch die zahlreichen Muskelverbindungen zwischen Längs- und Ringschicht im Bereich des Sphincter tertius kann hier die Erregung auf die



Abb. 29. Funktionsschema zur Wirkung der Längsmuskulatur des Rectums. Kontrahiert sich die Längsmuskulatur (rechtes Schema), so verkürzt sich das Rectum, die Falten werden an die Wand herangezogen und damit kann die Kotsäule bis zum Canalis analis gleiten

Ringschicht übergehen, durch Kontraktion den mittleren Rectumabschnitt verschließen und gleichzeitig den Kot vollständig aus dem unteren Rectumabschnitt durch den Anus herauspressen. Damit wäre der Rectumabschnitt unterhalb der Kohlrausch'schen Falte geleert und kann sich erst nach Erschlaffung des Sphincter tertius-Systems wieder füllen. Die oberhalb des recto analen Sphincters gelegenen Verschlußmechanismen (Pylorus oder Sphincter sigmoideo rectalis und Sphincter tertius) gliedern den Enddarm in übereinanderliegende Abschnitte, die den Kot zeitweilig von dem letzten Sphinctersystem abhalten. Jedes dieser Systeme muß für pathologische Stuhlverhaltungen von Bedeutung sein und nur die aufeinander abgestimmten, normalen Funktionszustände und Funktionsabläufe werden einen normalen Durchtritt und eine normale Retention der Faeces gewährleisten. Der im Bereich des Anus liegende Verschlußapparat ist, mit Ausnahme der Defäkation, stets wirksam. Di Dio faßt diesen Abschnitt mit seinen muskulösen und vasculären Anteilen als recto-analen Pylorus zusammen. Wir dürfen aber die einzelnen Anteile dieses Systems nicht isoliert betrachten. Die Anordnung der quergestreiften und glatten Muskulatur um das Darmrohr herum ist so, daß Schlingen oder Zwingen gebildet werden, die das Lumen zusammendrücken. Die obere nach vorn offene Schlinge, die sich von der dorsalen Seite her in die Flexura perinealis legt, ist der Musculus levator ani (Abb. 30). Bei seiner Kontraktion muß es zu einer stärkeren Abknickung der

Flexura perinealis kommen und außerdem zu einem Druck auf die dorsale und laterale Wand des Rectums. Seine praerectalen Bündel werden ebenfalls die Flexura perinealis durch Zug nach vorn verstärken oder die Wand der Pars perinealis nach ventral dilatieren. Voraussetzung für eine solche dilatatorische Funktion des Musculus levator ani ist aber immer die isolierte Kontraktion seiner praerectalen Bündel. Die Bündel des Musculus coccygeus haben eine dilatierende Wirkung durch Zug der dorsalen Rectumwand zum Steißbein hin, sie sind demnach die Synergisten der praerectalen Levatoranteile. Eine allseitige Öffnung des Rectums ist aber durch diese Muskeln nicht denkbar, da sie nur dorsal und ventral angreifen. Das terminale Rec-



Abb. 30. Der Musculus levator ani umgreift schlingenförmig von hinten und lateral die Pars perinealin des Rectums und bildet den oberen Teil des willkürlichen Verschlusssystems. Der untere Teil wird von der Zwinge des Musculus sphincter ani externus gebildet. Damit ist eine „doppelte Sicherung“ vorhanden

tumgebiet ist ja nicht drehrund, sondern beiderseits abgeplattet, im Querschnitt also längsoval. Bei erschlaffter Rectumwand kann der praerectale Levatoranteil und der Musculus coccygeus eine Erweiterung hervorrufen. So, wie sich ein dünnwandiger Gummischlauch dehnt, wenn man ihn an zwei gegenüberliegenden Seiten auseinanderzieht. Ist aber die Wand des Rectums kontrahiert, so kann es nur zu einer verstärkten Abklemmung des Rectums kommen. Vorderer Levatoranteil und Musculus coccygeus bilden eine muskulöse Doppelschlinge, in der das Rectum steckt. Bei Kontraktion wird die längsovale Form des Rectums verstärkt. Die Innenwände werden aneinandergedrückt, und somit wird die Wirkung der Levatorschlinge als Sphincter verstärkt. In diesem Levator-coccygeus-System wird demnach sowohl die Aufgabe eines Sphincters als auch die eines Dilatators zu sehen sein. Die

beidseitige Druckwirkung des Musculus levator ani auf die lateralen Rectumwände wird durch die unteren medialen Ränder des Musculus gluteus maximus unterstützt (Abb. 31). Dabei muß das Fettgewebe der Fossa ischio-rectalis als Druckpolster und Kraftübertrager zwischen Levator ani und Musculus gluteus maximus wirksam sein. Daß die maximale Kontraktion des Musculus gluteus maximus allein eine Inkontinenz des Anus für eine kurze Zeit verhindern kann, ist eine bekannte klinische Erfahrungstatsache.

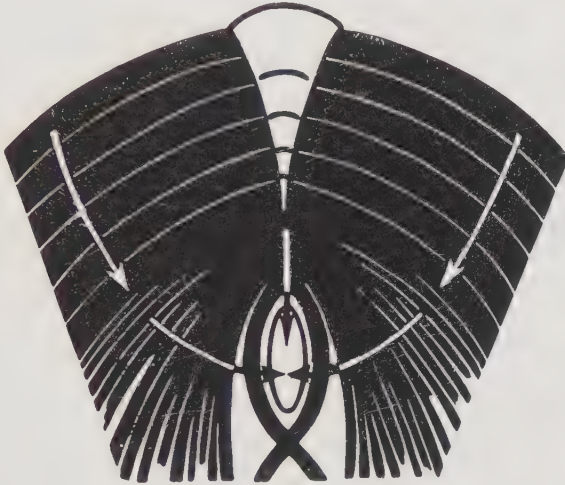


Abb. 31. Funktionsschema, das die Wirkung des willkürlichen analen Verschlusssystems veranschaulichen soll. Musculus gluteus maximus und Musculus levator ani drücken den Canalis analis von lateral zusammen. Diese Funktion wird unterstützt durch die Sphincter-ani-externus-bulbocavernosus-Zwinge. Der Musculus levator ani drückt außerdem die dorsale Wand des Analkanals nach vorn und verstärkt die Biegung der Flexura perinealis

Der Musculus sphincter ani externus, der sich wie der Musculus levator ani und gluteus maximus willkürlich kontrahiert, liegt zwingenförmig um den Anus herum. Diese Zwingenform wird besonders bei der Frau durch die Übergänge in den Musculus bulbocavernosus sichtbar. Es entsteht dann die „Brillenform“ des Sphincter-ani-externus-bulbocavernosus-Systems. Tatsächlich gleicht die Form des Musculus sphincter ani externus einem Kahn, durch dessen Boden hindurch die Rectumwand hindurch gezogen ist. Der Sphincter ist durch elastisch-kollagene Septen in einzelne grobe Bündel aufgegliedert. Diese Septen sind mit der Längsmuskulatur des Rectums und der Analhaut verbunden. Oberhalb und unterhalb des Sphincter externus findet sich reichlich Fettgewebe, das die Räume zwischen den Septen polsterartig ausfüllt. Betrachtet man nun dieses Bindegewebe-Fettgewebe-Muskelsystem, so ist der Musculus sphincter ani externus mit seinen Bündeln in ein Gleitrohrsystem eingebettet, das ihn stets in seine schräg zur Darmachse

verlaufende Lage fixiert. Die Wirkung des *Musculus sphincter ani externus* ist daher einer Zange vergleichbar, die einen Draht (im Falle des *Sphincter ani externus* ist es die Kotsäule) abquetscht. Diese quetschende Wirkung erfolgt jeweils von lateral und wird durch die Zwingenform des Sphincters verstärkt, da sich die Bündel ventral und dorsal vom Rectum überkreuzen. Durch die Septen, die mit der Längsschicht des Rectums verbunden sind, wird aber auch bei einer maximalen Dilatation (bei erschlafftem *Sphincter externus*) verhindert, daß die Rectumschleimhaut durch den Anus herausgepreßt wird. Hypothetisch wäre demnach ein Prolaps ani erst bei Zerstörung oder Überdehnung dieses Bindegewebsapparates möglich. Eine aktive Zugwirkung der Rectumlängsschicht auf die Analhaut dürfte sich nur gering auswirken, ist auch funktionell gesehen bedeutungslos. Das konstruktive Gefüge des gesamten Bindegewebsmuskelapparates zeigt aber, daß zu diesem funktionellen System auch die untere Längsmuskelschicht des Rectums gehört. Die eingebauten Fettgewebsspolster haben zusammen mit den elastischen Netzen einen ordnenden Einfluß auf das Gesamtsystem, an das von oben die Längsmuskelschicht des Rectums und von lateral oben der *Musculus levator ani* aktiv angreifen. Der *Musculus sphincter ani externus* ist als aktiv-verformbarer Anteil in die Mitte dieses funktionellen Abschlußsystems eingebaut. Die bis zur Haut des Anus reichenden elastischen Netze und kollagenen Scherengitter wirken auf die verschiedenen Drüsen der Analgegend mechanisch ein, indem sie bei einer Dehnung des Anus die in den Lücken der Bindegewebsgitter steckenden Drüsen auspressen. Daß dies auch bei geschlossener Analöffnung durch Zugübertragung bei Kontraktion der Rectumlängsschicht und des *Musculus sphincter ani externus* erfolgen kann, ist auf Grund der strukturellen Verknüpfung des gesamten Systems anzunehmen. Der *Musculus sphincter ani internus* ist morphologisch der untere Abschluß der Ringschicht des Rectums. Seine obere Grenze fällt mit dem Anfang der inneren Längsschicht zusammen, die mit dem Sphincter selbst durch zahlreiche bogenförmige Muskelbrücken verbunden ist. Während der *Sphincter ani externus* eine längsovale Öffnung umgreift, zieht der *Sphincter ani internus* durchaus ringförmig um den Anus, trotz der vor allem dorsal liegenden Verbindungen zur Längsschicht hin. Dieser Ring wird innen von der inneren Längsschicht und den bindegewebigen Ausläufern dieser Schicht umfaßt und ist nach unten und im unteren Abschnitt auch außen von dem Verschlußsystem des *Musculus sphincter ani externus* vollkommen isoliert. Die Bindegewebsysteme dieses *Sphincter-externus*-Systems verflechten sich durch überkreuzende, scherengitterartig angeordnete Bögen unterhalb des *Sphincter ani internus* mit den unteren bindegewebigen Anteilen der inneren Längsschicht und damit auch mit der Bindegewebschicht der Analhaut und Rectumsubmucosa. Bei einer maximalen Dilatation des Anus muß daher

der Sphincter ani internus stets nach oben gedrückt werden. Eine Abtrennung des Sphincter ani internus von der zirkulären Schicht des Rectums wird damit unmöglich gemacht. Überhaupt dürfte die Aufgabe des Sphincter ani internus nicht nur in einem festen Verschuß der Analöffnung zu suchen sein, sondern dieser unterste Abschnitt der Ringschicht ist auch bei der vollständigen Auspressung des Kotes aus der Analöffnung maßgeblich beteiligt. Durch seine nach unten isolierte Lage kann der Sphincter bei maximaler Kontraktion des Musculus sphincter ani externus nach oben verschoben werden, so daß die Kotsäule unterhalb von ihm vollständig abgedrückt werden kann. Da der Sphincter internus mit dem aktiv kontrahierbaren Verschußsystem nicht direkt verbunden ist, kann sich der Sphincter stets auf einen bestimmten Tonus einstellen, ohne daß sich beide Systeme gegenseitig störend beeinflussen. Die von elastischen Netzen, Blutgefäßen und glatten Muskelbündeln (innere Längsschicht) aufgebauten Columnae rectales bilden ein funktionelles System, das mit dem Musculus-sphincter-ani-internus-System zusammenhängt. Die bindegewebigen und muskulösen Brücken verbinden beide Systeme so, daß bei Verschiebung des einen Systems das andere zwangsläufig mitgenommen wird. Auf Grund der Strukturen, welche man im Bereich der Columnae antrifft, muß angenommen werden, daß die einzelnen Bündel des Sphincter internus gegenseitig verklammert sind und so verhindert wird, daß der Sphincter ani internus bei seiner Kontraktion in die Breite gedrückt wird oder bei maximaler Dilatation auseinanderreißt. Da die cavernösen Bluträume in den Maschen des bindegewebigen und muskulösen Gerüsts der Columnae liegen, wird ihr Füllungszustand durch ihre passive und aktive Verformung bestimmt. Zerstörung dieser normalen Funktionsarchitektur muß zur Ausbildung von Haemorrhoiden (inneren und äußeren) und Fissuren führen. Die direkten muskulösen Übergänge zwischen innerer Längsschicht und Sphincter ani internus ermöglichen eine Erregungsübertragung von einer Schicht auf die andere. Bei Kontraktion des Sphincters können sich so die Columnae verkürzen, gegeneinanderpressen und die Lichtung des Anus vollständig verschließen. Dieses Sphincter-ani-internus-Columnae-rectales-System stellt somit das sicherste und am besten regulierbare Verschußsystem für den Enddarm dar. Auf Grund der in dieser Arbeit untersuchten und beschriebenen funktionellen Strukturen können wir die folgenden funktionellen Systeme unterscheiden, die in dem gesamten Enddarmsystem zusammengefaßt sind:

1. *Übergangszone zwischen Sigmoid und Rectum*

Gebiet der zwei Taenien. Funktionell als Pylorus sigmoideo rectalis wirksam.

2. *Rectum, Pars saccularis*

mit Plicae transversae und sacculi rectales.

3. *Plicae-transversales-System (Sphincter tertius)*

Die Kohlradsche Falte ist nur ein Teil dieses Systems.

4. *Rectum, Pars canalis*
mit Columnae rectales und dem Anus.
5. *Levator-coccygeus-System*
Verschluß durch hintere Levatorschlinge. Öffnung und Verschluß durch prae-rectalen Levatoranteil und Musculus coccygeus.
6. *Anales willkürliches Verschlußsystem*
Es wirken zusammen: Musculus levator ani (Musculus coccygeus), Musculus sphincter ani externus, Musculus glutaeus maximus und das Musculus-sphincter-ani externus-Musculus-bulbocavernosus-System.
7. *Sphincter-ani-internus-Columnae-rectales-System*
Für den automatisch regulierten, vollständigen Verschluß des Kanalteils und die restlose Austreibung der Faeces. Die Columnae rectales liefern das „Reserve-material“ bei maximaler Dehnung des Analrings.
8. *Elastisch-kollagenes Bindegeweßssystem am Anus*
Punctum fixum für das Stratum longitudinale des Rectums. Gleitsystem und „ordnendes Prinzip“ für den Musculus sphincter ani externus. Wirkt mechanisch auf das anale Drüsenfeld ein.

X. Zusammenfassung

Die Funktionsarchitektur des Enddarmes wurde durch Präparation und Anwendung der Technik der „dicken Schnitte“ untersucht. Auf Grund der gefundenen funktionellen Strukturen könnten verschiedene funktionelle Systeme abgegrenzt werden, die in dem Gesamtsystem des Enddarmes sinnvoll zusammenwirken und der Regulation des Defäkationsvorganges dienen. Die Anordnung der glatten und quergestreiften Muskulatur, der Fettgewebsspolster und der kollagen-elastischen Bindegewebsstrukturen ist auf diese Aufgabe abgestimmt.

XI. Schrifttum

- Bargmann, W.: Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen. 3. Aufl., Georg Thieme, Stuttgart 1959.
- Bauer, H.: Über die Falten des Mastdarms. Beitr. z. Anat. und Physiologie von C. Ekhard. Gießen **3** (1863).
- Benninghoff, A.: Die Anatomie funktioneller Systeme. Morph. Jb. **65** (1930) 1—10.
— Form und Funktion. (I. Teil.) Z. f. Naturwiss. **1** (1935) 149—160.
— Form und Funktion. (II. Teil.) Z. f. Naturwiss. **2** (1936) 102—114.
- Benninghoff, A., und K. Goerttler: Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 2. Bd. Eingeweide. Urban und Schwarzenberg, München-Berlin 1962.
- Bodenhamer, W.: The rectum a receptacle of excremental matter. New York med. rec. **26** (1884) 309—312.
- Braus, H., und C. Elze: Anatomie des Menschen. 2. Bd. Eingeweide. 3. Aufl. Springer Berlin-Göttingen-Heidelberg 1956.
- Catel, W.: Normale und pathologische Physiologie der Bewegungsvorgänge im gesamten Verdauungskanal. I. Teil: Methodik, Anatomie, normale Physiologie. Georg Thieme, Leipzig 1936.
- Corning, H. K.: Lehrbuch der topographischen Anatomie. 23. Aufl. Springer, Berlin 1946.
- Dabelow, A.: Vorstudien zur Betrachtung der Zunge als funktionelles System. Verh. d. Anat. Ges., 48. Versammlung, Kiel 1950. Anat. Anz. Erg. Bd. **97** (1951) 132—145.

- Dabelow, R.: Vorstudium zu einer Betrachtung der Zunge als funktionelles System. II. Die Muskulatur und ihre bindegewebigen Insertionen (Fascia linguae und Septum). *Morph. Jb.* **91** (1951) 33—76.
- Didio, J. A.: Píloros do sistema digestorio. *Anais Fac. Med. Univ. Minas Gerais* **17** (1957) 5—120.
- v. Ebner, V.: In: *Handbuch der Gewebelehre des Menschen* von Koelliker. 6. Aufl. Bd. **3**, Leipzig 1902.
- Gegenbauer, H.: *Lehrbuch der Anatomie des Menschen*. 7. Aufl., **2** Bd., 1896.
- Gerlach, J.: *Handbuch der speziellen Anatomie des Menschen in topographischer Behandlung*. München-Leipzig 1891.
- Goerttler, K.: Funktion und Form. *Dtsch. med. Wschr.* **83** (1958) 905—911.
- Der konstruktive Bau der menschlichen Darmwand. *Morph. Jb.* **69** (1932) 329—380.
- Groedel, M.: *Röntgendiagnostik*. Lehmanns med. Atlanten. Bd. **7**, J. F. Lehmanns Verlag, München 1921.
- Hafferl, A.: *Lehrbuch der topographischen Anatomie*. Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1953.
- Hamperl, H.: Zur Kenntnis der in der Analgegend bei Insectivoren vorkommenden Drüsen. *Verh. anat. Ges.*, **32**. Vers., Heidelberg 1923 S. 233—242.
- Über Anal- und Zircumanaldrüsen. 2. Mitt. Über die analen und zircumanalen Drüsen des Menschen. *Z. wiss. Zool.* **124** (1925) 542—558.
- Über Anal- und Zircumanaldrüsen. 4. Mitt. Insectivoren. *Z. wiss. Zool.* **127** (1926) 570—589.
- Henle, J.: *Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen*. 2. Bd. Eingeweidelehre. Vieweg u. Sohn, Braunschweig 1866.
- *Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen*. 2. Aufl. Eingeweidelehre. Vieweg u. Sohn, Braunschweig 1872.
- Holmdahl, H.: Zur Entwicklungsgeschichte des menschlichen Rectums. *Anat. Hefte* **51** (1914) 229—265.
- Horstmann, E.: Der Systembegriff in der Anatomie. *Studium generale* **10** (1957) 95—101.
- Hyrthl, J.: *Handbuch der topographischen Anatomie*. **2**. Bd. 4. Aufl., Wilhelm Braumüller, Wien 1860.
- *Lehrbuch der Anatomie des Menschen*. 13. Aufl., Wilhelm Braumüller, Wien 1875.
- *Handbuch der topographischen Anatomie*. 7. Aufl. **2** Bd., 1882.
- Joessel, G., und W. Waldeyer: *Lehrbuch der topographisch-chirurgischen Anatomie*. 2. Teil, 3. Abteilung: Das Becken. Friedrich Cohen, Bonn 1899.
- Kohlrausch, C.: *Anatomie und Physiologie der Beckenorgane*. S. Hirzel Verlag, Leipzig 1854.
- Laimer, E.: Beitrag zur Anatomie des Mastdarms. *Med. Jb. Wien*, 1883.
- Einiges zur Anatomie des Mastdarms. *Med. Jb. Wien*, 1884.
- Lubosch-Schaller: Über die Form des menschlichen Rectums. *Z. Anat. Entw. gesch.* **85** (1928) 400—445.
- Luschka, H.: *Die Anatomie des menschlichen Beckens*. Bd. **2**, Tübingen 1864.
- Merkel, Fr.: Die Pars Ampullaris recti. *Ergebn. Anat.* **10** (1900).
- J. Henles' Grundriß der Anatomie des Menschen. 4. Aufl., Vieweg u. Sohn, Braunschweig 1901.
- *Handbuch der topographischen Anatomie*. **3**. Bd., Vieweg u. Sohn, Braunschweig 1907.

- Mladenowitsch, L.: Vergleichende anatomische und histologische Untersuchungen über die Regio analis der Haussäugetiere. Diss. med. Leipzig 1907.
- Müller, G.: Eine Hilfseinrichtung zur Untersuchung dicker histologischer Schnitte im polarisierten Licht. *Mikroskopie* **15** (1961) 347—351.
- Die funktionelle Anatomie des Magens. Vers. Anat. Ges. 1961 in Hamburg. *Anat. Anz.* (Erg. Bd.).
- Müller G., J. Smith-Agreda: Form und Funktion der Regio ileocaecalis. *Morph. Jb.* 1962 1—26.
- Nomina Anatomica: Second Edition, excerpta Medica Foundation, Amsterdam-London-Milano-New York 1961.
- Ortmann, R.: Analregion. *Primatologia* **3** (1958) 355—382.
- Über den lymphatischen Apparat der Analregion und die sogenannte „Analtonsille“ beim Säugetier. *Z. f. Anat. u. Entw.gesch.* **121** (1960) 459—477.
- Paterson, A. M.: The form of the rectum. *Journ. of Anat. and Physiol.* **43**, Teil 2 (1909) 127—133.
- Patzelt, V.: Der Darm. In: *Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen.* 5 (1936) 3.
- Petersen, H.: *Histologie und mikroskopische Anatomie.* J. F. Bergmann, München 1931.
- Rauber-Kopsch: *Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen.* Band II. 18. Aufl., Georg Thieme, Leipzig 1951.
- Reichle, R., und A. Tietze: Die Chirurgie des Mastdarms und des Afters. In: *Kirschner-Nordmann, Chirurgie* (1926/27).
- Rohen, J.: Über den konstruktiven Bau von Iris und Ziliarmuskel. Bericht über die 56. Zusammenkunft d. Deutschen ophthalmologischen Gesellschaft in München 1950.
- Der konstruktive Bau der Regenbogenhaut. *Verh. d. Anat. Ges. auf d. 48. Vers. in Kiel* 1950. *Anat. Anz. Erg. Bd.* 97 (1951) 178—213.
- Der Bau der Regenbogenhaut beim Menschen und einigen Säugern. *Morph. Jb.* **91** (1951) 140—181.
- Der räumliche Aufbau des Ziliarkörpers und seine Bedeutung für die Akkommodation. *Verh. d. Anat. Ges. auf d. 49. Vers., Heidelberg* 1951. *Anat. Anz. Erg. Bd.* 98 (1951) 145—153.
- Der Ziliarkörper als funktionelles System. *Morph. Jb.* **92** (1952) 415—440.
- Zur funktionellen Anatomie des Lidapparates beim Menschen und einigen Säugern. *Verh. Anat. Ges. auf d. 50. Vers. in Marburg* 1952. *Anat. Anz. Erg. Bd.* 99 (1952) 308—321.
- Roux, C.: Beiträge zur Kenntnis der Aftermuskulatur des Menschen. *Arch. f. mikr. Anat.* **19** (1881) 721—733.
- Sabotta, J.: *Atlas der deskriptiven Anatomie des Menschen.* 3. Aufl. München 1922.
- Schaffer, J.: Über Anal- und Circumanaldrüsen. I. Mitt. *Geschichtl. Überblick. Z. wiss. Zool.* **122** (1924) 79—96.
- Schinz, H. R., W. E. Baensch, und E. Friedl: *Lehrbuch der Röntgendiagnostik.* Thieme, Leipzig 1928.
- Schwarz, G.: *Lehrbuch der Röntgendiagnostik.* Bd. II, Springer, Berlin 1924.
- Sieglbauer, F.: *Lehrbuch der Normalen Anatomie des Menschen.* Urban und Schwarzenberg, Wien 1947.

- Stelzner, F., J. Staubesand und H. Machleidt: Das Corpus cavernosum recti, die Grundlage der inneren Haemorrhoiden. *Langenbecks Arch. klin. Chir.* **299** (1962) 302—312.
- Stieve, H.: Über die Bedeutung venöser Wundernetze für den Verschluss einzelner Öffnungen des menschlichen Körpers. *D. med. Wsch.* (Nr. 3 u. 4) 1928.
- Über den Verschluss des menschlichen Afters. *Z. mikrosk.-anat. Forsch.* **21** (1930) 642—653.
- Stöhr jr., P.: Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1951.
- Stöhr, P., W. v. Möllendorff und K. Goerttler: Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie des Menschen. 27. Aufl., VEB Gustav Fischer, Jena 1955.
- Symington, J.: Further observation on the rectum as anal canal. *Journ. of Anat. and Physiol* **46** (1912) 289—306.
- Szent-Györgyi, A. v.: Zur Anatomie und Histologie des Tegumentes der Analöffnung und des Rectums. *Anat. Hefte* **49** (1913) 303—337.
- Tandler, J.: Lehrbuch der systematischen Anatomie. 2. Bd. Leipzig 1923.
- Toldt, C., und F. Hochstelter: Anatomischer Atlas, Bd. 2, 12. Aufl., 1923.
- Töndury, G.: Angewandte und topographische Anatomie. 2. Aufl. Georg Thieme, Stuttgart 1959.
- Treitz, Dr.: Über einen neuen Muskel am Duodenum des Menschen, über elastische Sehnen und einige andere anatomische Verhältnisse. *Vierteljahrsschr. f. d. prakt. Heilkunde Prag* **10** (1853) 113—144.
- Waldeyer, W.: Lehrbuch der topographischen chirurgischen Anatomie. 5. Teil: Das Becken. Bonn 1899.
- Zuckerkan dl, E.: Atlas der topographischen Anatomie des Menschen. Wilhelm Braumüller, Wien und Leipzig 1904.

Sudep Wongphaet
Anatomisches Institut
der Universität Mainz

LEBENS LAUF

Am 22. 1. 1937 wurde ich, Sudep Wongphaet, als Sohn des Arztes und Arzneimittelfabrikanten Siri-pongse Wongphaet und seiner Ehefrau, Narivan Wongphaet, geb. Ung, in Rajaburi, Thailand, geboren. Meine Eltern haben sechs Kinder und ich bin das zweite davon.

Von 1942 bis 1946 wurde ich abwechselnd in drei chinesischen Schulen unterrichtet. Nach der Abschlußprüfung besuchte ich von 1950 ab für ein Jahr die „Apichat-Schule“, für ein Jahr die „Amnuasin-Schule“ und für ein Jahr die „Damnonsadoag-Schule“. Drei Jahre (1953/1955) war ich Schüler der „Mount Hermon-School“ in Indien und anschließend für zwei Jahre der „Paisansin-Schule“ in Bangkok, welche eine Voruniversitätsschule ist. Dort habe ich meine Abiturprüfung abgelegt. Anfang des Jahres 1958 begann ich an der „Thammasat-Universität“ in Bangkok mit dem Studium der Rechtswissenschaft. Am 1. September desselben Jahres bin ich dann nach Deutschland gereist, um Medizin zu studieren. Zur Erlernung der deutschen Sprache war ich für vier Monate im „Goethe-Institut“ in Bad Reichenhall. Im Januar 1959 habe ich mit dem Studium der Medizin an der „Johannes Gutenberg-Universität“, Mainz, zunächst als Gasthörer angefangen, das Sommer-Semester 1959 durfte ich dann als 1. Fachsemester belegen. Nach dem zweiten und fünften Fachsemester habe ich die „Naturwissenschaftliche“ und „Ärztliche“ Vorprüfung mit der Note „Gut“ bestanden.

